

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC  
LICENCIATURA INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

COMPOSICIÓN QUÍMICA, CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS Y PERFIL DE  
ACIDOS GRASOS DEL POLEN COLECTADO POR ABEJAS *Apis mellifera L.* EN  
EL ESTADO DE MORELOS

## T E S I S

QUE PRESENTA

JOSÉ IGNACIO CUEVAS ROJO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TITULO

DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

DIRECTOR DE TESIS

DR. ROLANDO ROJO RUBIO

ASESOR

M. EN DAES. DELIA COLIN MORALES

## **DEDICATORIA**

A Dios, allá tan lejos y acá tan cerca

Al que me enseñó el amor y respeto por el trabajo que más amo:

Mi padre Amparo Cuevas Quintana, apicultor y amigo

A mi madre, Agapita Rojo Morales columna vertebral de ambos

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Rolando Rojo Rubio: por creer en mi proyecto de investigación y por proporcionarme los medios y los contactos para seguir desarrollándome profesionalmente

Al Dr. Joel Dorantes Coronado: por su paciencia y tenacidad

A la M. en DAES. Delia Colín Morales: por la motivación en todo momento para cada una de las etapas de este proyecto de investigación

## RESUMEN

Una muestra compuesta de polen colectada por abejas *Apis mellifera* L. en el trópico seco del estado de Morelos comercializada por la empresa DIPROANSA S.A de C.V de esa misma entidad, fue analizada para determinar su potencial nutritivo en la nutrición humana, los análisis fueron corridos para humedad, materia seca, proteína, extracto etéreo, cenizas, aminoácidos y ácidos grasos libres. La composición química promedio fue: 9.6% humedad, 90.4% materia seca, 26% proteína, 8.6% extracto etéreo y 2.5% cenizas; 17 aminoácidos son presentes: 9 esenciales con ausencia de triptófano y 8 no esenciales, dentro del grupo de los esenciales el menor porcentaje se registró para metionina con 1.78% y el mayor para leucina con 12.32%, para el grupo de los no esenciales cisteína fue detectado en menor concentración con 1.99% y el ácido glutámico con 13.75% siendo el más alto del perfil. De los 9 ácidos grasos de cadena larga determinados, dos son esenciales, linoleico (Omega 6) con una proporción del 5% y linolenico (Omega 3) con 47.3% siendo el más alto de todo el perfil, con ausencia del ácido araquidónico, y un porcentaje relativamente bajo para el ácido esteárico con 1.3%. Finalmente, los resultados arrojados en el análisis químico comprueban su calidad como alimento, el cual puede desempeñar un papel importante en la nutrición humana como complemento dietético alimenticio, así mismo los valores promedio obtenidos pueden ser tomados como punto de referencia en el control de calidad de dicho producto.

Palabras Clave: Polen, *Apis mellifera* L.

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1. Características analíticas del polen apícola.	10
Cuadro 2. Composición detallada del polen apícola en base seca. (Adaptado de (Campos <i>et al.</i> , 2008).	15
Cuadro 3. Clasificación taxonómica de la abeja <i>Apis mellifera</i> L. Según (Borrór, 1976).	32
Cuadro 4. Requerimientos mínimos de aminoácidos esenciales de la abeja ( <i>Apis mellifera</i> L), según De Groot (1953).	35
Cuadro. 5. Etapas de las que consta el método de Kjeldahl (Pearson, 1993).	38
Cuadro 6. Ventajas y desventajas del método Kjeldahl en la determinación de proteína.	39
Cuadro 7. Ventajas y desventajas de la determinación de cenizas totales en base seca.	41
Cuadro 8. Resultados del análisis químico del polen investigado.	61
Cuadro 9. Perfil de aminoácidos del polen investigado.	67
Cuadro 10. Perfil de aminoácidos del polen de <i>Aloe greatheadii</i> var. <i>Davyana</i> , y del polen investigado.	71
Cuadro 11. Perfil de ácidos grasos del polen investigado.	74

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Fig. 1. Regiones apícolas de México (fuente: SAGAR)	6
Fig. 2. Ubicación geográfica del estado de Morelos.	7
Fig. 3. Microscopía electrónica de imágenes en: (a) fresco, (b) colectado por abejas, y (c) almacenado del polen de <i>Aloe greatheadii</i> var. <i>Davyana</i> . Fuente (Human y Nicolson, 2006).	13
Fig. 4. Germinación de un grano de polen. Célula vegetativa (con su núcleo v) y célula generativa g en el grano de polen (A-B) y en el tubo polínico C extremo del tubo polínico (D) la célula generativa se ha dividido en dos células espermáticas (sp). (Adaptado de Strarburger <i>et al.</i> ,1997) citado por (Bermejo, 2011).	18
Fig.5. Estructura de las cubiertas del grano de polen. Fuente (Muniategui, 1989).	19
Fig. 6. Girasol ( <i>Helianthus annuus</i> L.)	20
Fig. 7. Melon ( <i>Cucumis melo</i> L.)	21
Fig. 8. Sandia ( <i>Citrullus lanatus</i> )	21
Fig. 9. Tronadora ( <i>Tecoma stans</i> L.)	22
Fig. 10. Huizache ( <i>Acacia farnesiana</i> L.)	22
Fig. 11. Aceitilla ( <i>Bidens odorata</i> .)	23
Fig. 12. Tajonal ( <i>Vigiera dentata</i> )	23
Fig. 13. Chicalote ( <i>Argemone grandiflora</i> )	24
Fig. 14. Polocote ( <i>Helianthus annuus</i> L.)	24
Fig. 15. Tajonal blanco ( <i>Vigiera</i> sp.)	25
Fig. 16. Mezquite ( <i>Prosopis laevigata</i> )	25
Fig. 17. Calabaza ( <i>Cucurbita máxima</i> )	26

Fig. 18. Cestilla de polen en la pata trasera de la abeja obrera. Fuente (Stanley y Linskens, 1974) citados por (Muniategui, 1989).	28
Fig. 19. Formación del gránulo de polen en la corbícula. Fuente (Stanley y Linskens, 1974) citados por (Muniategui, 1989).	29
Fig. 20. Pan de abeja. Fuente (Olivos, 2010).	30
Fig. 21. Abeja <i>Apis mellifera</i> L. Fuente (Burgos, 2012).	31
Figura 22. Representación porcentual de aminoácidos esenciales y no esenciales.	68
Fig. 23. Representación porcentual de ácido glutámico, prolina, ácido aspártico, leucina y lisina del total de la fracción de aminoácidos del perfil del polen investigado.	69
Fig. 24. Representación porcentual de ácido glutámico, prolina, ácido aspártico, leucina y lisina del total de la fracción de aminoácidos del perfil del polen de <i>Aloe greatheadii</i> var. <i>Davyana</i> .	72

## INDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
RESUMEN.....	IV
INDICE DE CUADROS .....	V
INDICE DE FIGURAS .....	VI
INDICE .....	VIII
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. HIPOTESIS.....	3
III. OBJETIVOS.....	4
3.1. Objetivo general.....	4
3.2. Objetivo específico .....	4
IV. REVISION DE LITERATURA .....	5
4.1. La apicultura en México.....	5
4.2. La apicultura en el estado de Morelos .....	6
4.3. Alimento funcional .....	8
4.4. El polen como alimento funcional.....	8
4.5. Legislación Argentina para el consumo de polen de apícola.....	9
4.6. El análisis polínico como recurso único para la determinación del o los taxones botánicos en el polen apícola. ....	11
4.7. Determinaciones bromatológicas generales en el polen apícola.....	14
4.8. Resultados relevantes en investigación de aminoácidos en el polen apícola. ....	15
4.9. Resultados relevantes en investigación de acidos grasos en el polen apícola	16
V. Definición, estructura del polen, generalidades de los recursos polínicos para las abejas y conducta de estas durante su colecta .....	17
5.1. El Polen definición .....	17
5.2. Estructura .....	17
5.3. Plantas poliníferas .....	20
5.4. Polinización.....	26
5.5. Conducta de las abejas en la recolección del polen durante el proceso de polinización.....	27



5.6. ¿Por qué las abejas colectan polen? .....	29
5.7. Polen apícola y condiciones de manejo para su preservación .....	30
6. Generalidades de la abeja colectora del polen .....	31
6.1. <i>Apis mellifera</i> L. definición .....	31
6.2. Nutrición de las abejas .....	33
6.3. Requerimientos nutricionales.....	34
6.3.1 Proteína.....	34
6.3.2 Lípidos.....	35
6.3.3 Cenizas .....	36
7. Fundamentos de las fracciones químicas .....	36
7.1. Humedad.....	36
7.2. Lípidos (Método Soxhlet).....	37
7.3. Proteína (método Kjeldahl).....	37
7.4. Cenizas totales en base seca (mufla).....	39
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS .....	42
8.1. Ubicación de las áreas analíticas .....	42
8.2. Material biológico.....	43
8.3. Métodos de evaluación química .....	44
8.3.1. Humedad.....	44
8.3.2. Extracto etéreo (Grasa libre) .....	47
8.3.3. Proteína cruda (micro-Kjeldahl).....	50
8.3.4. Cenizas .....	57
8.3.5. Aminoácidos libres .....	59
8.3.6. Acidos grasos libres .....	60
IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	61
9.1. Análisis químico .....	61
9.2. Humedad.....	61
9.3. Materia seca.....	63
9.4. Proteína cruda.....	63
9.5. Extracto etéreo (Grasa libre) .....	64
9.6. Cenizas totales.....	65
9.7. Aminoácidos libres .....	66
9.8. Acidos grasos libres .....	72

X. CONCLUSIONES .....	75
XI. LITERATURA CITADA .....	76

## I. INTRODUCCIÓN

El polen en el reino vegetal es el gameto reproductivo que desempeña el papel masculino formado a al interior de las anteras de las flores de las plantas superiores (Gutiérrez *et al.*, 2010; Salamanca, *et al.*, 2011; Saavedra *et al.*, 2013) singularmente tiene el aspecto de un polvillo muy fino el cual microscópicamente es constituido por gránulos de un tamaño medio de 40  $\mu$  con una amplitud de 2-220  $\mu$  variando en su coloración de acuerdo a la especie botánica de donde es proveniente, siendo dominante generalmente el amarillo o marrón claro, aunque también pueden manifestarse en blanco, violáceo o negro (Simal *et al.*, 1985), entre algunos otros tonos de menor abundancia como: rojo, azul y castaño (Simal, 1993). Especialmente sus características morfológicas son las que determinan el tipo de polinización, esto debido a que podrían ser recolectados por insectos o no. Como ejemplo los granos lisos son polinizados eólicamente (aire) y los grabados con estrías, retículas o espinas, entomófilamente (insectos) como las abejas (Vit y Santiago, 2008; Vit *et al.*, 2008). Las abejas *Apis mellifera* L. colectan el polen de las flores con el objetivo de obtener los nutrientes indispensables para mantenimiento de la colmena, (Montenegro *et al.*, 2013) mediante la aglutinación con néctar y secreciones salivales (Brasil, 2001: Baldi *et al.*, 2004) la ayuda de sus piezas bucales, sus tres pares de patas y su densa capa pilosa (Burgos Mayorga, 2012), el cual posteriormente es almacenado al interior de la colmena en los bastidores de la cámara de cría por separado de las celdas de néctar (Muradian *et al.*, 2005), el cual les aporta proteínas, lípidos, minerales y vitaminas. Es ingerido principalmente por las abejas en etapa adulto joven, durante los primeros 10 días de vida después de eclosionar del operculo, para completar la quitinización del exoesqueleto, y acumular reservas en los cuerpos grasos e iniciar el desarrollo de las glándulas hipofaríngeas, cuya parte es el componente básico del alimento de las larvas jóvenes por su capacidad de producir jalea real. También es suministrado directamente en pequeñas cantidades a las larvas de 4 y 5 días de edad (Santos *et al.*, 2009). Por otro lado el polen ha sido utilizado también por el hombre desde la antigüedad como un alimento potencial (Muniategui, 1989), hoy en día para obtenerlo los seres humanos instalan

una trampa en la entrada de la colmena de tal manera que las abejas obreras al volver a ella pierden sus gránulos de polen que luego son retirados en un contenedor (Muradian *et al.*, 2005), el cual desde hace algunas décadas tras su estabilización por secado, ha ganado importancia comercial en el mercado de los productos naturales gracias a sus propiedades nutricionales y terapéuticas (Salamanca *et al.*, 2011). Nutricionalmente por ser un alimento balanceado y terapéuticamente por ser antioxidativo, antifúngico y anticariogénico (Salamanca *et al.*, 2011; Montenegro *et al.*, 2013), regula las funciones intestinales parando rápidamente una diarrea ya sea persistente o crónica, incluso resistente a tratamiento antibiótico, mejora el estreñimiento, eleva los niveles de hemoglobina y una acción positiva contra la prostatitis crónica entre una larga lista de resultados positivos que ofrece a la salud como beneficioso suplemento dietético (Simal *et al.*, 1985). El análisis de sus constituyentes estructurales lo catalogan como un alimento tipo 2, por aportar todos los aminoácidos esenciales (Salamanca *et al.*, 2011) así mismo los 31 ácidos grasos que son disponibles en él y que en 1989 solo habían sido identificado 16 (Krell, 1996). A pesar de la importancia que representa determinar el valor nutritivo del polen apícola en todos sus rubros, no existe suficiente información en cuanto al perfil de aminoácidos y ácidos grasos como propiedades bioactivas a excepción de algunos estudios realizados principalmente por extranjeros como lo corrobora Szczesna, (2006), Por lo que el objetivo del presente estudio es contribuir a la caracterización del polen apícola que le permita incrementar su consumo como alimento potencial por los seres humanos determinando la composición química y valor nutritivo, (perfil de aminoácidos y ácidos grasos) de un tipo de polen colectado por abejas *Apis mellifera L.* en el estado de Morelos comercializado por la empresa DIPROANSA S.A de C.V de ese mismo estado.

## **II. HIPOTESIS**

El polen apícola colectado en el estado de Morelos, presenta valor nutritivo con uso potencial para la nutrición humana.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

Determinar la composición química y valor nutritivo (perfil de aminoácidos y ácidos grasos) del polen colectado por abejas *Apis mellifera L.* en el estado de Morelos comercializado por la empresa DIPROANSA S.A de C.V de esa misma entidad.

#### **3.2. Objetivo específico**

Determinar el contenido de: Humedad, Materia seca, Proteína cruda, Extracto etéreo (Grasa libre), y Cenizas totales. Una vez obtenida la fracción de proteína y grasa total, determinar el perfil de aminoácidos y ácidos grasos libres.

## **IV. REVISION DE LITERATURA**

### **4.1. La apicultura en México**

En México la apicultura es considerada una actividad ganadera de especial importancia fundamentada ecológicamente en el servicio de polinización para el equilibrio ambiental. Fomentando una mayor capacidad de reproducción en las plantas en la obtención por las abejas de sus recursos alimenticios de las flores incrementando la tasa en alimentos de origen vegetal, materia prima textil, e insumos agropecuarios. La CONABIO (con información de SAGARPA) reportó que el 80% de la especies destinadas para consumo e industria dependen de un agente polinizador para su producción, por su parte científicos de la UNAM reportaron que el 86% de un total de 345 especies comestibles identificadas también lo requieren valorizando esta importante practica en 43 mil millones de pesos. Generalmente la apicultura se asocia principalmente con producción de miel, polen, jalea real, propóleos (SAGARPA, 2015), comprendiendo 5 regiones apícolas en el país: Altiplano, Golfo, Costa del pacífico, Norte y Península de Yucatán.

Región del Altiplano:

Integrado por las entidades de Tlaxcala, Puebla, México, Morelos, Distrito Federal, Guanajuato, Aguascalientes, la parte oriente de los estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas y parte poniente de Hidalgo y Querétaro, así como la región media de San Luis Potosí.

Región del Golfo:

Comprendida por Veracruz, parte de los estados de Tabasco, Tamaulipas y la Región Huasteca de San Luis Potosí, Hidalgo y Querétaro.

Región de la Costa del Pacífico:

Formada por los estados de Sinaloa, Nayarit, poniente de Jalisco y Michoacán, Colima, parte de Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

Región Norte:

Comprendida por las entidades de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Coahuila, Nuevo León y parte del norte de Tamaulipas y altiplano de San Luis Potosí.

Región Sureste o Península de Yucatán:

Formada por Campeche, Yucatán y Quintana Roo y parte de los estados de Chiapas (Noreste) y Tabasco (Oriente) (García y Meza, 2012).



Figura 1. Regiones apícolas de México (fuente: SAGAR)

#### **4.2. La apicultura en el estado de Morelos**

El estado de Morelos se encuentra ubicado geográficamente en el centro de la república mexicana colindando con los estados de México, Distrito Federal, Guerrero y Puebla. Actualmente es uno de los referentes a nivel nacional en cuanto al



desarrollo de actividades apícolas, produciendo un 70% la miel del territorio estatal, ubicándose como una de las actividades fuertes del sector agropecuario. Debido a esto es considerado uno de los mayores estados productores en todo México. Su producción se ha convertido en uno de los procesos más redituables, ganando adeptos rápidamente y mostrando un crecimiento exponencial a lo largo de estos años. En Morelos existen un promedio de 30 mil colmenas, las cuales se encuentran establecidas en la mayor parte del estado. El promedio actual de producción de miel de abeja se mantiene por arriba de las 810 toneladas al año. Este volumen de producción aún no ha llegado a su límite más alto, debido a que existen muchas colmenas sin contabilizar, además de que el número de productores que se agregan a este gremio crece cada día. Morelos produce miel en 23 municipios de los 33 que lo conforman, dentro de los cuales podemos resaltar los municipios de Ayala, Cuautla, Jonacatepec, Ocuilco, Puente de Ixtla, Temoac, Tepalcingo, Tlaltizapan y Yauatepec como los mayores productores de miel de abeja y sus derivados como el polen apícola, propóleos etc.

<http://morelostierragenerosa.jimdo.com/productos/ganaderos/miel-de-abeja/>



Fig. 2. Ubicación geográfica del estado de Morelos. Fuente <http://morelostierragenerosa.jimdo.com/productos/ganaderos/miel-de-abeja/>

### **4.3. Alimento funcional**

El termino alimento funcional surgió de la nutrición optima, conducido a prevenir y tratar enfermedades más allá de los requerimientos nutrimentales, el cual abarca macronutrientes con efectos fisiológicos concretos (almidón, aminoácidos, ácidos grasos omega 3, etc.) y micronutrientes esenciales (minerales, vitaminas) con ingestas funcionales superiores a las recomendaciones dietéticas diarias. El cual según la unión europea puede ser natural, o procesado industrialmente. Actualmente en la sociedad moderna la nutrición orientada a evitar deficits ha dejado de ser la meta. Resurgiendo la nutrición optima, con un enfoque terapéutico y preventivo siendo su objetivo el bienestar integral y calidad de vida de los seres humanos. En la comunidad científica alimento funcional no es definido aun totalmente pero se conoce como aquel que contiene un componente, nutriente o no nutriente, esencial o no esencial con actividad selectiva relacionada con una o varias funciones del organismo, con un efecto fisiológico añadido por encima de su valor nutricional y cuyas acciones positivas justifican que pueda reivindicarse su carácter funcional (fisiológico) o incluso saludable (Silveira *et al.*, 2003).

### **4.4. El polen como alimento funcional**

Desde hace algunos años los científicos han investigado las propiedades de diversos productos naturales y sus efectos benéficos en la salud humana en función de las especies nocivas producidas en el organismo a partir del ritmo de vida y a la dieta del hombre moderno. De este modo se comprueba que cada vez hay más estudios epidemiológicos que afirman que biocompuestos presentes en los alimentos naturales pueden reducir el riesgo de enfermedades crónicas tales como el cáncer, cardiovasculares y neurodegenerativas (Meza, 2015), razón por la cual actualmente los productos naturales han transformado a la industria agro-alimentaria al adquirir gran importancia comercial considerándolos alimentos que más que proporcionar una nutrición básica han sido reconocidos como alimentos funcionales

suceso que ha despertado interés en la industria alimentaria humana. Entre la extensa nómina de productos naturales catalogados como alimentos funcionales, tradicionalmente y empíricamente utilizados se encuentran los apícolas derivados de la colmena (miel, polen y jalea real) los cuales han venido siendo empleados por cientos de años en la dieta humana así como en la medicina tradicional, debido a sus propiedades nutricionales, fisiológicas y por sus efectos saludables producidos sobre el organismo humano, razones por las cuales han sido sujeto de diversos estudios científicos (Fuenmayor, 2009). Uno de los productos de mayor relevancia es el polen corbicular colectado por las abejas obreras de las flores de plantas superiores que después de un proceso de aglomeración, y tras su estabilización por secado, ha ganado importancia comercial en el mercado de los productos naturistas (Salamanca *et al.*, 2011). Actualmente en la literatura existente estudios acerca de la caracterización fisicoquímica y funcional del polen han sacado a la luz sus propiedades (Meza, 2015), principalmente fenoles y flavonoides, que tienen alta actividad antioxidante (Almaraz *et al.*, 2007), carbohidratos, proteínas, aminoácidos, vitaminas y minerales (Almaraz *et al.*, 2009), Así también es rico en hormonas naturales, carotenoides, fitosteroles además de enzimas y coenzimas (Apimondia, 1993). En EE.UU., el polen es reconocido por la FDA (Foods and Drugs Administration) como un suplemento nutricional, usado para complementar la dieta mediante el aumento de la ingesta dietaría total”, mediante el acto administrativo conocido como Dietary Supplement Health and Education Act of 1994 (Kroyer y Hegedus, 2001 citados por Fuenmayor, 2009), así como en otros países tales como Australia, Brasil, China, Chile, Portugal y Sudáfrica (Meza, 2015). La presencia de estos compuestos ha generado que polen sea considerado como un alimento humano, y a la existencia de normas nacionales para su consumo en una serie países como Brasil, Bulgaria, Polonia y suiza (Campos *et al.*, 2008).

#### **4.5. Legislación Argentina para el consumo de polen de apícola**

En México no existe una legislación para el consumo de polen apícola, a diferencia de otros países del continente Americano como Brasil y argentina que actualmente

manejan valores de referencia en la comercialización del polen de abeja estandarizando controles de calidad del producto como lo especifica Meza, (2015) recalcando la importancia de establecer parámetros químicos que le confieran las características de calidad a dicho producto, razón por la cual fue citada legislación Argentina en la presente investigación.

## CAPITULO X Del Código Alimentario

### Alimentos Azucarados

#### Artículo 785

Con la denominación de Polen se entiende el elemento masculino de las flores, recogido por las abejas obreras depositado en la colmena y aglutinado en granos por una sustancia elaborada por las mismas abejas. El polen debe estar limpio, seco, sin restos de insectos, larvas o huevos, ni exceso de propóleos, y presentar un olor característico de acuerdo a la especie floral que provenga. Este producto puede ser secado artificialmente, siempre que el proceso elegido no exponga los granos a la luz solar directa, ni la temperatura de la corriente de aire usada para el secado sea mayor de 55°C.

El polen deberá responder a las siguientes características analíticas de composición:

Cuadro 1. Características analíticas del polen apícola.

Humedad: secado al vacío 45 mm Hg y 65°C	Cenizas: en base seca 600°C	Proteínas: en base seca (Nx6,25 Kjeldahl)	Ph	Hidratos de carbono en base seca totales
máx 8%	máx 4%	15-28%	4-6	45-55%

El polen se envasará en recipientes bromatológicamente aptos de hasta 250 g, con cierre que impida que el producto absorba humedad, los envases serán de vidrio o plástico rígido transparente, a fin de poder observar su contenido. Se considera

polen no apto para el consumo, aquel que presente una o más de las siguientes características:

1. Caracteres organolépticos anormales
2. Exceso de polvillo o de propóleos
3. Anormalidades en la observación microscópica
4. Composición analítica diferente a la especificada anteriormente
5. Características microbiológicas superiores a los límites establecidos
6. Ataque de insectos, parásitos o sus larvas
7. Residuos de plaguicidas
8. Substancias conservadoras
9. Impurezas no retenidas por un tamiz IRAM 500  $\mu$  (N° 35) más de 5 por 1000.

Este producto se rotulará: Polen, en lugar y con caracteres bien visibles deberá figurar el peso neto, día, mes y año de envasamiento. En el rótulo deben consignarse las leyendas: "Personas Alérgicas No Consumir" o "Alérgicos al Polen Abstenerse", "Conservar en Lugar Seco y Fresco", y "Consumir preferentemente dentro de los 180 días de la fecha de elaboración.

#### **4.6. El análisis polínico como recurso único para la determinación del o los taxones botánicos en el polen apícola**

La investigación en el polen de abeja, es una de las tareas de mayor relevancia para la palinología, aportando información de utilidad en cuanto al comportamiento ecológico y biológico de estos insectos mediante la determinación del o los taxones botánicos. Lo cual es posible colectando especies botánicas de las cuales se deriva la colecta del polen y mencionado de manera muy general siguiendo la metodología de (Erdtman, 1969) y las modificaciones propuestas por (Fonnegra, 1997) de

acetolizar las anteras que fueron tomadas como muestras frescas de las flores, en conjunto con la técnica de (Erdmant, 1971) y (Carretero, 1989) de montar las placas usando gelatina glicerizada. Así mismo cumpliéndose otras restricciones como: la clasificación a escala del polen por color mediante la ayuda de una guía universal, y la evaluación de un microscopio electrónico acoplado con cámara digital que capte la variación de la exina, como se muestra en la figura 3, permite establecer las variaciones morfológicas en los gránulos de polen presentes en las cargas, derivando las relaciones planta-insecto (Salamanca *et al.*, 2011).

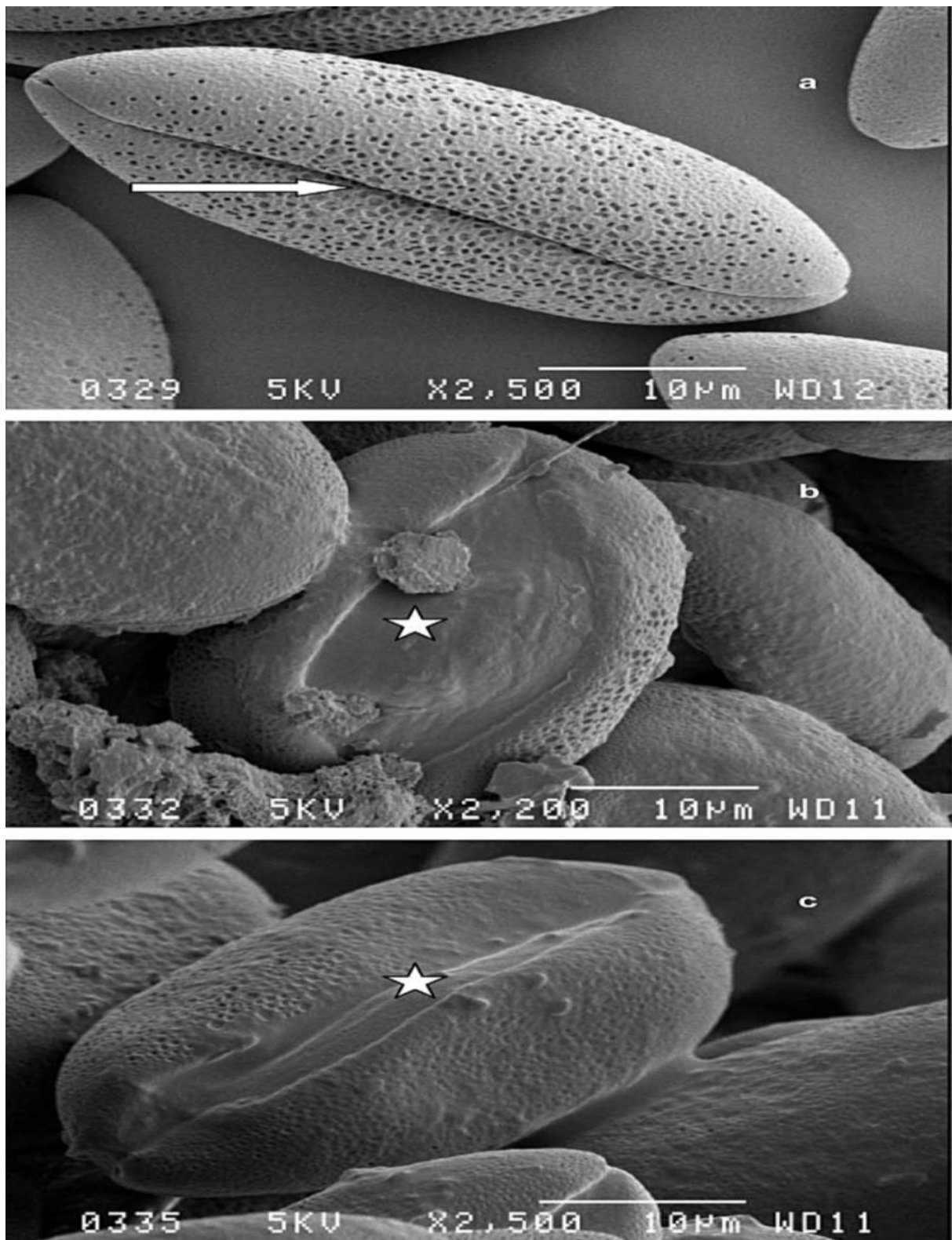


Figura 3. Microscopía electrónica de imágenes en: (a) fresco, (b) colectado por abejas, y (c) almacenado del polen de *Aloe greatheadii* var. *Davyana*. fuente (Human y Nicolson, 2006).

#### **4.7. Determinaciones bromatológicas generales en el polen apícola**

Al pasar de los años se han determinado diversos constituyentes de diferente naturaleza química que comprueban su calidad como alimento, propiamente el polen es rico en azúcares, proteínas, lípidos, vitaminas y antioxidantes entre otros componentes detectados en menores proporciones como minerales elementos traza, vitaminas, carotenoides, compuestos fenólicos, flavonoides, esteroides y terpenos (Meza, 2015), dentro de la amplia gama de componentes que se han descubierto en el polen de abeja los de mayor concentración son carbohidratos crudos, fibras, proteínas y lípidos en proporciones que oscilan entre el 13% y 55%, 0,3% y 2%, 10% y 40%, 1% y 10%, respectivamente (Pascoal *et al.*, 2014). En una revisión realizada por (Campos *et al.*, 2008) sobre de la composición química del polen de abeja reporta la composición detallada en base seca con base en resultados de investigación publicados por diferentes autores expresados en g/100 g en peso seco para proteína, lípidos y cenizas.



Cuadro 2. Composición detallada del polen apícola en base seca. (Adaptado de (Campos *et al.*, 2008).

componente	Contenido Min-Max g/100g en peso seco	referencias
Proteína	10-40	Herbert y Shimanuki, 1978; Solberg y Remedios, 1980; Bell <i>et al.</i> , 1983; Talpay, 1984; Serra- Bonvehi <i>et al.</i> , 1986; Szczesna <i>et al.</i> , 1995b; Szczesna y Rybak-Chmielewska 1998; Almeida-Muradian <i>et al.</i> , 2005
Lípidos	1-3	Stanley y Linskens, 1974; Herbert y Shimanuki, 1978; Solberg y Remedios, 1980; Bell <i>et al.</i> , 1983; Talpay, 1984; Serra- Bonvehi <i>et al.</i> , 1986; Szczesna <i>et al.</i> , 1995b; Szczesna y Rybak-Chmielewska 1998; Almeida-Muradian <i>et al.</i> , 2005
Cenizas	2-6	Stanley y Linskens, 1974; Bell <i>et al.</i> , 1983; Talpay, 1984; Serra- Bonvehi <i>et al.</i> , 1986; Szczesna <i>et al.</i> , 1995b; Szczesna y Rybak-Chmielewska 1998; Almeida-Muradian <i>et al.</i> , 2005

#### 4.8. Resultados relevantes en investigación de aminoácidos en el polen apícola

La literatura existente reporta que el polen apícola contiene de 15 a 19 aminoácidos (Szczesna, 2006), incluyendo todos los compuestos organicos exógenos (Bosi y Ricciardelli D'Albore, 1975). Los mayores contenidos registrados en proteína de polen independientemente en que parte del mundo es cosechado son ácido glutámico, ácido aspártico, prolina, leucina y lisina (Bosi y Ricciardelli D'Albore 1975; McLellan 1977; Gilliam *et.*, *al.*, 1980; McCaughey *et.*, *al.*, 1980), los cuales constituyen el 50% de los aminoácidos totales (Szczesna, 2006b), presentando alta variación para serina, cisteína, histidina, prolina, glicina, fenilalanina, valina, leucina, isoleucina

y lisina (McLellan 1977, Kaufeld 1980, Somerville, 1997) en función del origen botánico (Szczesna, 2006b).

#### **4.9. Resultados relevantes en investigación de ácidos grasos en el polen apícola**

El polen florícola como el apícola representa gran diversidad de ácidos grasos, encontrándose desde el C:8 hasta el C:24 siendo dominantes unos sobre otros en función de la especie botánica, como lo afirman (Ching y Ching, 1962), entre una larga lista de autores hasta (Andrikopoulos, Siafakapadai, Demopoulos y Kapoulas, 1985) citados por (Muniategi, 1989). Por su parte este autor en conjunto con Simal, Huidobro y García en 1988 aislaron 31 ácidos grasos en muestras de polen apícola comercial y entre los cuales identificaron 16: caprílico, cáprico, láurico, tridecanoico, mirístico, pentadecílico, palmítico, margárico, esteárico, oleico, nonadecílico, eneicosanoico, linoleico, behénico, tricosanoico y lignocérico. Por su parte (Human y Nicolson, 2006) rebasando un sin número de trabajos publicados aterrizando en este más reciente reportaron en el polen de *Aloe greatheadii* var. *Davyana* otros ácidos grasos como el: gadoleico dentro del grupo de los monoinsaturados y ricinoleico, alfa linoleico, gamma linolenico, homo-g-linolenico y timnodenoico en el de los polinsaturados. Otro claro trabajo es el de Saa *et al.*, (2010) aislando otros ácidos grasos diferentes a los expuestos como: nonanoico, undecanoico, isopalmitico y margaroleico. Sin olvidar a Margaoan *et al.*, (2014) aislando además de los ácidos grasos más comunes el elaídico y caproico. (Battaglini y Bossi, 1968) citados por (Muniategi, 1989) propone la hipótesis de que las abejas eligen pólenes ricos en ácidos grasos insaturados, indispensables en su metabolismo, pero con base en estudios posteriores se encuentran, tanto saturados como monoinsaturados y polinsaturados en una amplia gama de posibilidades. Según Muniategi, (1989) los ácidos caprílico, cáprico, láurico, tridecanoico, mirístico y pentadecílico en el polen apícola son los más bajos porcentualmente.

## **V. Definición, estructura del polen, generalidades de los recursos polínicos para las abejas y conducta de estas durante su colecta**

### **5.1. El Polen definición**

Del latín. pollen, -ñis 'flor de la harina': . m. Conjunto de granos diminutos contenidos en las anteras de las flores, cada uno de los cuales está constituido por dos células rodeadas en común por dos membranas resistentes.

### **5.2. Estructura**

Un grano de polen está constituido por una o varias células vivas, protegidas por embalajes inertes. La parte viva dará origen a los núcleos gaméticos y al tubo polínico, que es el encargado de facilitar la fecundación. La parte inerte, tiene como función primordial: proteger la parte viva para que pueda llegar hasta el estigma, en el caso de las Angiospermas o hasta el primordio seminal en el caso de las Gimnospermas. Con el tiempo, el contenido de la célula polínica degenera, pero su cubierta, denominada esporodermis, puede permanecer inalterable (Bermejo, 2011).

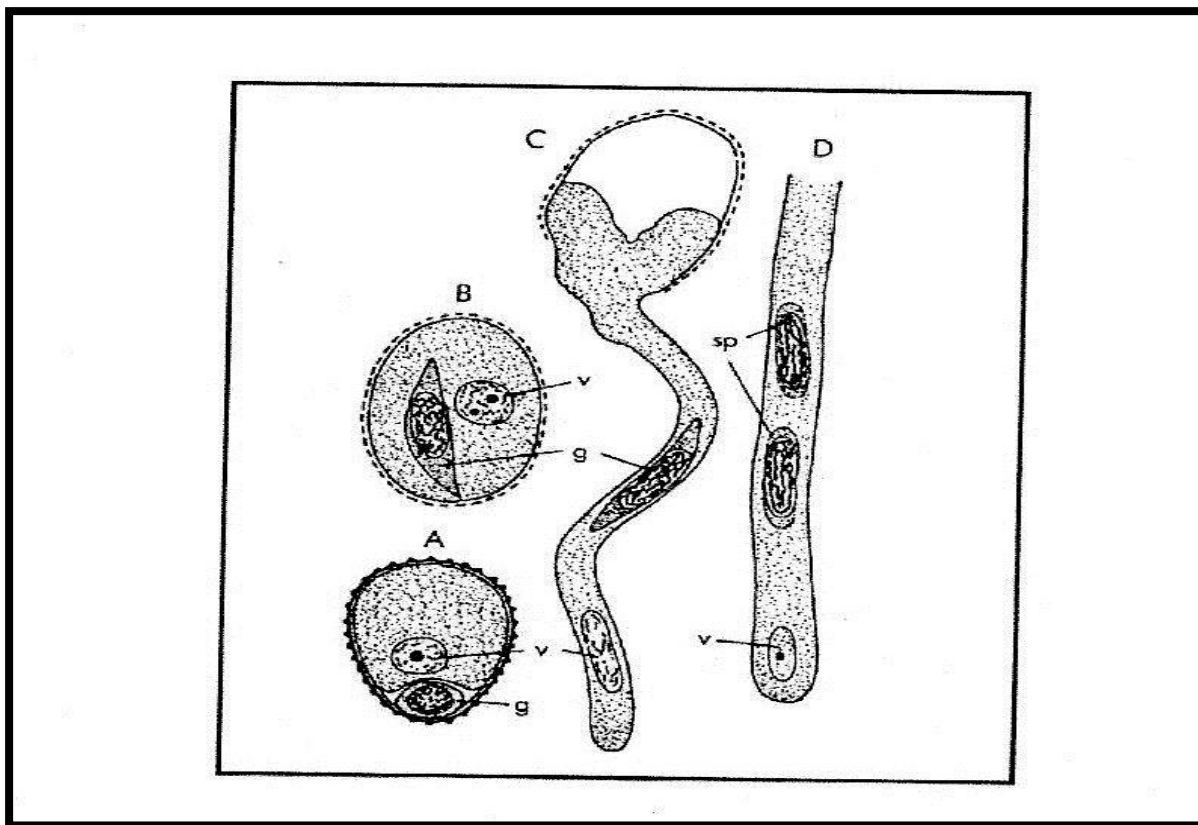


Fig. 4. Germinación de un grano de polen. Célula vegetativa (con su núcleo v) y célula generativa g en el grano de polen (A-B) y en el tubo polínico C extremo del tubo polínico (D) la célula generativa se ha dividido en dos células espermáticas (sp). (Adaptado de Strarburger *et al.*,1997) citado por (Bermejo, 2011).

La esporodermis, está formada por dos capas: la interior, (intina), que limita con la célula polínica y la exterior (exina) que rodea a la intina. La exina confiere al grano de polen, especiales características de resistencia, pues no le atacan los ácidos ni los álcalis, resistiendo además temperaturas de 300° C, destruyéndose sólo por ciertos oxidantes muy fuertes, y por algunos microorganismos. La exina debe su gran resistencia a las esporopoleninas, componentes formados por la polimerización oxidativa de carotenos y ésteres de carotenos, en proporciones variables. Se forman en los cuerpos de Ubisch situados en el estrato celular del saco polínico denominado tapete, que rodea las células madre del polen y desde donde se transfieren a este. En la exina se distinguen dos capas denominadas endexina y ectexina de dentro a fuera respectivamente. Ambas se pueden distinguir por tinción mediante fucsina ya

que la exina, toma un color rojo intenso, mientras que la intina se colorea débilmente. En la ectexina se pueden diferenciar tres estratos: tectum, que puede ser continuo o no, e incluso faltar, infratectum y base. Erdtman con criterios morfológicos, diferenció dos capas: nexina, capa lisa y homogénea, y sexina, con sus elementos dispuestos radialmente. En el siguiente esquema, se pueden comparar los estratos que diferenciaron en la esporodermis ambos científicos, siguiendo Faegri criterios fisicoquímicos y ontogénicos, mientras Erdtman lo hizo morfológicamente (Bermejo, 2011).

ESPORODERMIS

PAREDES	CAPAS		ESTRATOS
Exina	Sexina	Ectexina	Tectum
			Infratectum
	Nexina		Base
		Endexina	
Intina			

Erdtman (1952)

Faegri (1956)

Fig. 5. Estructura de las cubiertas del grano de polen. Fuente (Muniategui, 1989).

La exina, no solo le confiere al grano de polen gran resistencia frente a agentes externos agresivos, sino que realiza otras dos funciones muy importantes: favorecer la salida del tubo polínico para que se pueda realizar la germinación, y hacer posible que cambie su volumen según la humedad del medio externo, facultad denominada harmomegatia. La intina o capa interna, es mucho más lábil que la exina, se destruye fácilmente por el calor y por agentes químicos, por lo que no se fosiliza ni puede ser observada después de acetolizar el polen (procedimiento que por métodos químicos, destruye todo el interior dejando intacta la exina) Debido a ello, es un carácter poco utilizado en Taxonomía. Es homogénea, sin solución de continuidad y suele tener 2 ó 3 estratos, el más externo es rico en pectina y los otros están constituidos por fibrillas de celulosa, polisacáridos, enzimas, proteínas y

glicoproteínas. Las glicoproteínas tienen una doble función: de reconocimiento y de fecundación, ya que a través del tubo polínico, se envía una glicoproteína de reconocimiento y solo si es aceptada, se envía la glicoproteína de fecundación (Bermejo, 2011).

### 5.3. Plantas poliníferas

Las plantas poliníferas son especies que producen y despiden grandes cargas de polen y que lo contrario a las nectaríferas producen poco néctar. La producción y riqueza del polen y néctar en ambos tipos de plantas, varía de acuerdo a la clase botánica, y a las condiciones ambientales en las que se encuentren sometidas (humedad del suelo, atmosfera, temperatura, luz, etc.) (Muniategui, 1989). En tanto en el estado de Morelos algunas de las principales especies poliníferas que producen polen en tonalidad amarillo de distribución cosmopolita según el catálogo de la flora de Tamaulipas y de las cuales puede estar constituido entre otras el polen analizado para este estudio están presentes:



Fig. 6. Girasol

(*Helianthus annuus* L. var.)      Familia: *Compositae*.

Fuente: (Flora polinífera. y nectarífera del edo. Tamaulipas SAGARPA, 2003).



Fig. 7. Melón

(*Cucumis melo* L.)

Familia: *Cucurbitaceae*

Fuente: (Flora polinífera. y nectarífera del edo. Tamaulipas SAGARPA, 2003).



Fig. 8. Sandia

(*Citrullus lanatus*)

Familia: *Cucurbitaceae*

Fuente: (Flora polinífera. y nectarífera del edo. Tamaulipas SAGARPA, 2003).





Fig. 9. Tronadora

(*Tecoma stans* L.)

Familia: *Bignoniaceae*.

Fuente: (Flora polinifera. y nectarífera del edo. Tamaulipas SAGARPA, 2003).



Fig. 10. Huizache

(*Acacia farnesiana* L.)

Familia: *Leguminosae*.

Fuente: (Flora polinifera. y nectarífera del edo. Tamaulipas SAGARPA, 2003).





Fig. 11. Aceitilla

(*Bidens odorata*.)      Familia: *Compositae*.

Fuente: (Flora polinifera. y nectarífera del edo. Tamaulipas SAGARPA, 2003).



Fig. 12. Tajonal

(*Vigiera dentata*)      Familia: *asteraceae*.

Fuente: (Flora polinifera. y nectarífera del edo. Tamaulipas SAGARPA, 2003).



Fig. 13. Chicalote

(*Argemone grandiflora*)      Familia: *Papaveraceae*

Fuente: (Flora polinifera. y nectarífera del edo. Tamaulipas SAGARPA, 2003).



Fig. 14. Polocote

(*Helianthus annuus L.*)      Familia: *Compositae*.

Fuente: (Flora polinifera. y nectarífera del edo. Tamaulipas SAGARPA, 2003).





Fig. 15. Tajonal blanco

(*Vigiera sp.*)                      Familia: *Asteraceae*

Fuente: (Flora polinifera. y nectarífera del edo. Tamaulipas SAGARPA, 2003).



Fig. 16. Mezquite

(*Prosopis laevigata*)                      Familia: *Leguminosae*.

Fuente: (Flora polinifera. y nectarífera del edo. Tamaulipas SAGARPA, 2003).



Fig. 17. Calabaza

(*Cucurbita máxima*)

Familia: *Cucurbitaceae*

Fuente: (Flora polinifera. y nectarífera del edo. Tamaulipas SAGARPA, 2003).

#### 5.4. Polinización

Se refiere a la transferencia del polen producido en la flor (célula masculina) en las anteras de los estambres (parte masculina) hasta el ovulo o estigma (parte femenina de la flor) llevándose a cabo de esta manera la fecundación vegetal que dará origen a una futura semilla la cual posteriormente consumiremos en forma de grano o fruto (Llorente, 1986). La polinización en el reino vegetal se lleva a cabo desde vectores bióticos como animales y abióticos como viento y agua. Las plantas con flores angiospermas dependen directamente de la mediación de insectos polinizadores como las abejas *Apis mellifera L.*

Las abejas *Apis mellifera L.* son los insectos que durante el pecoreo o forrajeo por excelencia realizan esta tarea, lo que representa una gran importancia económica y

ecológica en los agroecosistemas; ya que la mayoría de los alimentos consumibles, dependen de manera directa o indirecta de la polinización de estos himenópteros (Pantoja *et al.*, 2014).

### **5.5. Conducta de las abejas en la recolección del polen durante el proceso de polinización**

Casteel citado por Root en 1969 y este más tarde citado por (Burgos, 2012) observó que las abejas durante el proceso de polinización colectaban el polen ayudándose con las piezas bucales, sus tres pares de patas y su densa capa pilosa. La estructura plumosa de los pelos presta valiosa ayuda al retener los gránulos de polen que caen sobre ellos. Las partes bucales son especialmente útiles cuando se trata de flores pequeñas o que producen poco polen. Las mandíbulas muerden y raspan las anteras para liberar el polen, que luego lo recoge la lengua y las partes maxilares. Todo el polen recogido con las partes bucales queda impregnado por el néctar contenido en la boca. Queda tan húmedo que, al transferirlo a la corbícula o cesto de polen, los pelos del pecho y patas de la abeja adquieren también humedad, que pasa luego al polen suelto, acumulado en distintas partes del cuerpo. El polen húmedo es removido por las patas delanteras. El segundo par de patas colectan el polen libre del tórax, particularmente de la región ventral y recibe el polen colectado por el primer par de patas. Durante la toma del polen de la pata delantera, la pata de la mitad del mismo lado es extendida hacia delante y agarrada por la pata delantera flexionada, mientras ésta es doblada hacia abajo y hacia atrás. Una buena cantidad de polen húmedo es juntada ahora en la cara interna de los segmentos anchos tarsales del segundo par de patas. El polen es transferido a las canastas del polen de la siguiente manera: Una cantidad relativamente pequeña puede alcanzar las canastas de polen directamente, mientras las patas del medio algunas veces son usadas para bajar oportunamente el polen acumulado allí. Pero, gran cantidad de polen es transferida hacia los peines de polen sobre la superficie interna de las patas posteriores. Una de las patas del medio y luego la otra son alternativamente tomadas entre el segmento del primer tarsal de las patas posteriores y arrastradas hacia abajo y hacia arriba, en este caso peinando el polen de las patas del medio. El

polen es ahora sostenido en los pelos del basitarso posterior y es inmediatamente transferido a las canastas del polen en la otra superficie de la tibia posterior (Salamanca *et al.*, 2007) citado por (Burgos, 2012).

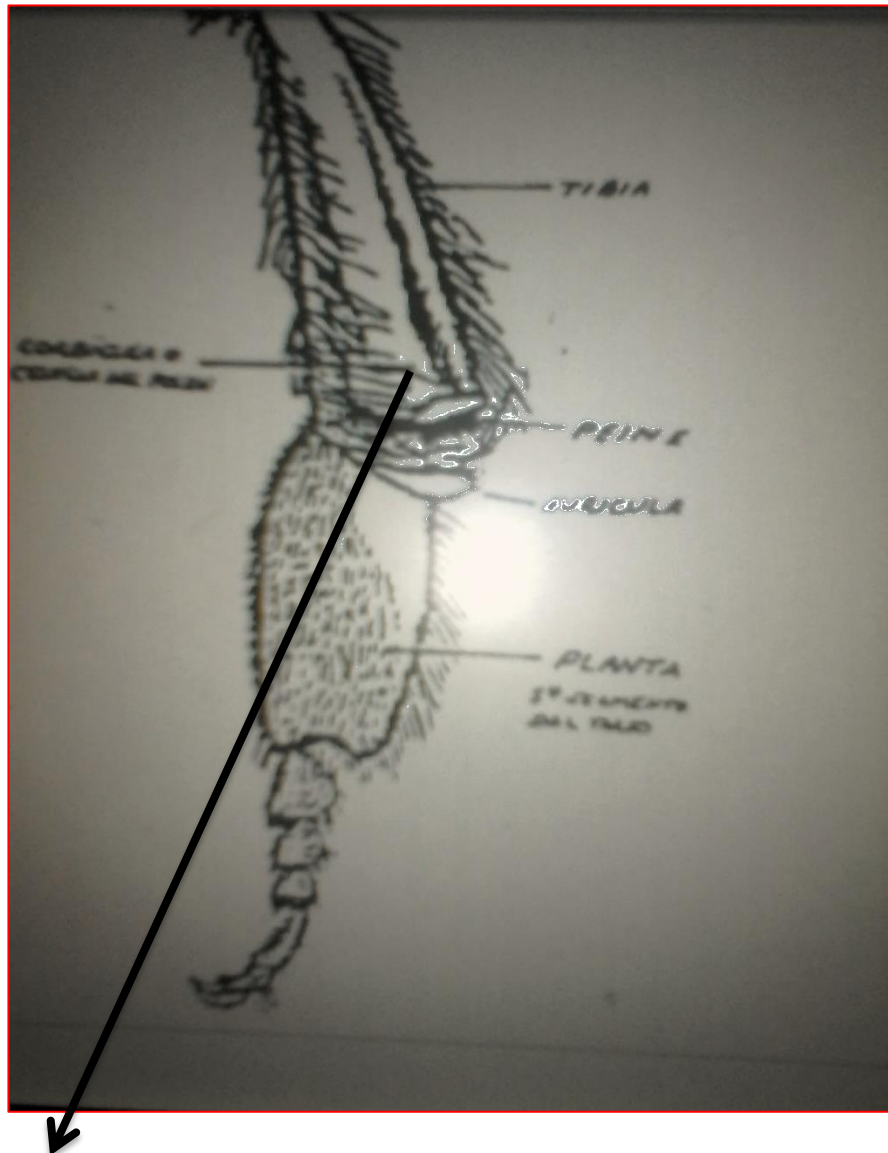


Fig. 18. Cestilla de polen en la pata trasera de la abeja obrera. Fuente (Stanley y Linskens, 1974) citados por (Muniategui, 1989).



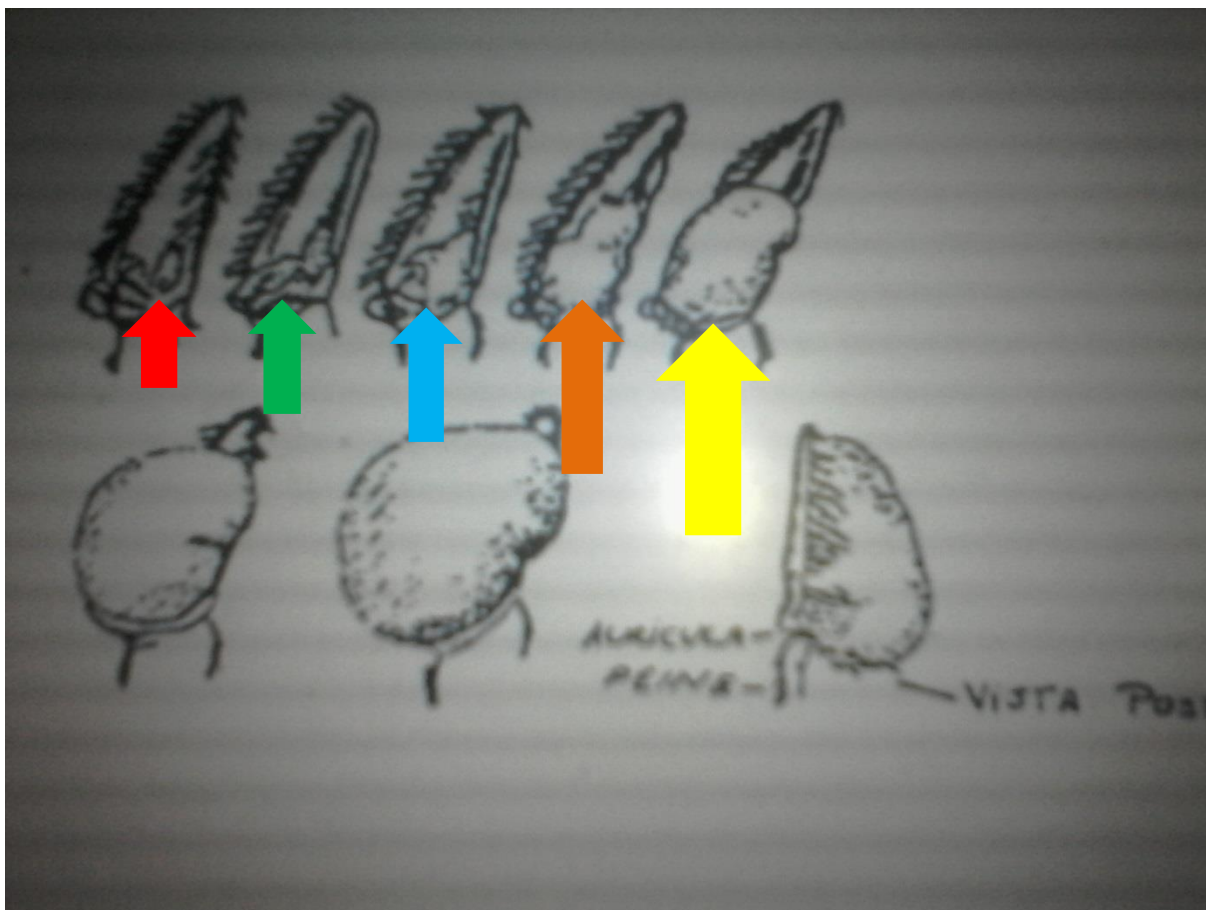


Fig. 19. Formación del gránulo de polen en la corbícula. Fuente (Stanley y Linskens, 1974) citados por (Muniategui, 1989).

## 5.6. ¿Por qué las abejas colectan polen?

En la naturaleza existen muchos animales que no pueden alimentarse de polen. Las abejas *Apis mellífera* L. se encuentran agrupadas entre los que sí pueden hacerlo; esto es una realidad debido a que producen enzimas que lo digieren mientras está almacenado en los panales de cera. Esto no es un proceso inmediato, la abeja almacena el polen en las celdas de los panales, agregan sus enzimas, recubre este polen con una capa de miel a fin de que sea un proceso anaeróbico y, posteriormente después de unas semanas, el polen se transforma en lo que los apicultores denominan pan de la abeja. En esas condiciones el polen resulta

altamente digerible, obteniéndose de él todas las proteínas, aminoácidos esenciales, grasas, minerales, oligoelementos, etc. (Burgos, 2012).



Fig. 20. Pan de abeja. Fuente (Olivos, 2010).

### **5.7. Polen apícola y condiciones de manejo para su preservación**

El polen apícola o polen corbicular es definido como el producto de la aglomeración de polen de flores, elaborado por las abejas obreras a través de néctar, secreciones salivales (Brasil, 2001), la ayuda de sus piezas bucales, sus tres pares de patas y su densa capa pilosa (Burgos, 2012). Para su cosecha es necesario instalar en la entrada de la colmena una trampa caza polen que consiste en una placa de distintos materiales que va desde madera hasta plástico con orificios por los cuales las abejas pasan con dificultad debido a los gránulos que traen en las corbículas, lo que las obliga a expulsar al menos uno de los dos el cual al caer es recibido en una bandeja que evita su contacto con el suelo, y lo aísla de otros animales. Durante el periodo de cosecha es fundamental que el retiro de los gránulos de polen de los contenedores se realice diariamente ya que de otro modo al estar expuestos al medio ambiente, se degradaran en un período muy corto de tiempo menor a un día



debido a su alto contenido de humedad (Fuenmayor, 2009). La preservación de sus características se obtiene mediante el secado en hornos especiales a una temperatura máxima de 50 ° C hasta que la humedad baja entre 5 % y 8 % , de modo que se pueda caracterizar como polen de abeja seco, quedando protegido contra la contaminación fúngica (Almeida *et al.*, 2005). Una vez seco debe ser limpiado de restos de vegetales, restos de abejas (patas, alas, y otras impurezas para lo cual se utilizan diferentes tamices terminando la limpieza en forma manual (Fuenmayor, 2009) y se pueda almacenar adecuadamente. los gránulos de polen contienen colorantes lipídicos generados a partir de anteras de las flores variando entre una amplia gama de colores que van desde blanco crema al marrón oscuro presentando tonalidades amarillo, naranja , rojo , grados verdosos y grises producidos en función de los taxones botánicos y la composición química de estas sustancias. Así mismo los gránulos de polen monoflorales posee las mismas propiedades bioquímicas y organolépticas de la planta original mientras que los heteroflorales tienen propiedades diferentes (Almeida *et al.*, 2005).

## **6. Generalidades de la abeja colectora del polen**

### **6.1. *Apis mellifera* L. definición**

Del latín. apicŭla: f. Insecto himenóptero, de unos quince milímetros de largo, de color pardo negruzco y vello rojizo, que vive en colonias y produce cera y miel.



Fig. 21. Abeja *Apis mellifera* L. Fuente (Burgos, 2012).

Es el insecto de mayor relevancia para las especies vegetales que requieren de polinización entomófila, debido a su biología, morfología, comportamiento en la recolección de polen, néctar y a su vida natural en colonia (Alvarez, 2002). Es nativa de Europa, África y el medio oriente (Bradbear, 2009), en el continente americano se encuentra dispersa por todo centro y Sudamérica, México y Estados Unidos (Narvaes, 2012). Se caracteriza por ser una especie social perfectamente organizada donde cada individuo cumple una rol determinado (SAGARPA, 2001) Actualmente su explotación en la apicultura universal, se fundamenta específicamente en el servicio de polinización y la producción de miel (Lesser, 2001).

Cuadro 3. Clasificación taxonómica de la abeja *Apis mellifera* L. Según (Borror, 1976).

Phylum	<i>Arthropoda</i>
Clase	<i>Insecta</i>
Orden	<i>Hymenoptera</i>
Superfamilia	<i>Apoidea</i>
Familia	<i>Apidae</i>
SubFamilia	<i>Apinae</i>
Tribu	<i>Apine</i>
Género:	<i>Apis</i>
Especie:	<i>Apis mellifera</i> L.

La abeja *Apis mellifera* L. o abeja melífera, fue introducida al continente americano durante la colonización europea. Es la especie más domesticada en todo el mundo, la cual es utilizada para la producción de miel, polen y cera que al ser comercializados constituyen una alternativa de ingreso para las comunidades apícolas (Pantoja *et al.*, 2014). La abeja *Apiss mellifera* L. es un híbrido de entre diferentes especies de abejas melíferas europeas como: *Apiss mellifera mellifera*, *A. m. camica* o *A. m. lingüística* y la abeja melífera africana *A. m. scutellata* (Ojar, 2002; Hutchins *et al.*, 2003) citados por (Narvaes, 2012). Una colonia particularmente de

esta especie consiste en una reina, miles de obreras y cientos de zánganos. Según reportes de (Hutchins *et al.*, 2003) más de 80, 000 abejas pueden constituir la. Como se mencionó anteriormente cada individuo de las tres castas de abejas que conforman una colonia desempeñan una función específica en ella: la abeja reina es la encargada de la reproducción de la especie de dos castas (abejas obreras y zánganos) (Woodward y Quinn, 2011), los zánganos como única labor tienen el aparearse con la reina, las abejas obreras debido a los órganos especiales que poseen realizan tareas relacionadas con el mantenimiento de la colonia, las cuales incluyen trabajos al interior y exterior de la colmena en relación a su edad y desarrollo corporal tales como: limpieza, incubación, nodrizas, cereras, centinelas (guardias de la colonia), recolección de néctar, polen y agua para el óptimo funcionamiento de la población de abejas (SAGARPA, 2001).

## **6.2. Nutrición de las abejas**

La abeja *Apis mellifera L.* al igual que cualquier ser vivo sobre la tierra, requiere de proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas, minerales y agua para sobrevivir. Los glúcidos o hidratos de carbono los obtienen principalmente de la miel, las proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, son obtenidos a partir de la ingesta de polen indispensable para el crecimiento, desarrollo y reproducción de la colmena (Olivos, 2010).

Las abejas recolectan tres sustancias principales: agua, néctar y polen, para satisfacer sus requerimientos nutricionales, de acuerdo a las necesidades de la colonia y la disponibilidad de estas sustancias en campo, pero la calidad y la cantidad de cada uno de estos materiales disponibles no siempre equiparan las exigencias de la colonia. La falta de una o varias de estas sustancias potencialmente conducirá a una reducción poblacional de la colonia, afectará la longevidad de las abejas, disminuirá la población de zánganos, mayor sensibilidad a enfermedades y en última instancia, la muerte de la colonia (García, 2014). Del mismo modo debe existir un balance y aporte adecuado de ellos para poder llevar a cabo sus funciones

vitales y asegurar la vida de la especie. Por lo que los requisitos nutricionales son distintos, no solo para las castas que constituyen la colonia sino que, además, varían de acuerdo a las distintas etapas de su vida (Burgos, 2012).

### **6.3. Requerimientos nutricionales**

Los nutrimentos son biológicamente elementos indispensables para el óptimo funcionamiento del organismo. Y los requerimientos nutricionales corresponden a las necesidades de cada especie animal. La abeja al igual todos los seres humanos tiene sus propios requerimientos nutricionales, teniendo así que existir un balance y aporte adecuado de ellos para poder llevar a cabo sus funciones vitales y asegurar la vida de la especie (Burgos, 2012).

#### **6.3.1 Proteína**

Las proteínas como ya es sabido son grandes moléculas constituidas por compuestos nitrogenados (aminoácidos), unidos entre sí por cadenas de aminos. Y son constituyentes esenciales del protoplasma vivo y participan en todos los procesos vitales componiendo después del agua la mayor proporción de los tejidos corporales (FAO, OMS, 1975). De todos los componentes químicos conocidos en la naturaleza, las proteínas son las más complejas, siendo fundamentales en todas las formas de vida conocidas. Están presentes en todas las células vivas, participando de diversas funciones y actividades ya sea como proteínas estructurales, proteínas intersticiales, enzimas, hemoproteínas, hormonas, etc. (Alvarez, 2002) Es así como las abejas requieren de cantidades adecuadas para el desarrollo del tejido corporal, músculos y glándulas, como las hipofaringeas, que dependen del suministro proteico en la dieta de las abejas para que su desarrollo sea en forma óptima y para la reparación de las células y órganos en las abejas más viejas (García, 2014). En 1953 De Groot A. en su obra (Protein and amino acid requirements of the honey bee (*Apis mellifera*)), Reporto los requerimientos de aminoácidos esenciales en escala proporcional del 1 al 4,5% en proteína digerida.

Cuadro. 4. Requerimientos mínimos de aminoácidos esenciales de la abeja (*Apis mellifera* L.), según De Groot (1953).

AA	Requerimientos mínimos de aminoácidos esenciales en proteína digerida
Treonina	3.0
Valina	4.0
Metionina	1.5
Leusina	4.5
Isoleusina	4.0
Fenilalanina	2.5
Lisina	3.0
Histidina	1.5
Arginina	3.0
Triptófano	1.0

### 6.3.2 Lípidos

Los lípidos cumplen una serie de funciones importantes en la alimentación de los insectos. Son fuente de energía, constituyentes de la estructura celular, también participan en funciones de la membrana celular, fuente de ácidos grasos esenciales para el organismo, donde destaca la síntesis de prostaglandinas, que regulan el nivel de lípidos en la hemolinfa de las abejas. Son precursores de vitaminas liposolubles y aportan otros componentes importantes como pigmentos, carotenoides, esteroides, etc. (Alvarez, 2002). La importancia de los lípidos en la dieta de las abejas fue demostrada por (Herbert et., al, 1980), pero si bien con esto se logró demostrar la importancia de los lípidos en la alimentación de las abejas, no se ha podido establecer los requerimientos absolutos o los beneficios reales que los diversos ácidos grasos contenidos en la grasa pueden proporcionarles (Somerville, 2005).

### **6.3.3 Cenizas**

(Somerville, 2005), especifica que una dieta valorada al 1% de cenizas en su contenido tiene mayores probabilidades de ser la ideal, aunque se ha comprobado que dietas con un 3% de cenizas no producen daño a las crías de la colonia.

## **7. Fundamentos de las fracciones químicas**

### **7.1. Humedad**

Todos los alimentos, cualquiera que sea el método de industrialización a que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido en agua varían entre un 60 y un 95% en los alimentos naturales. En los tejidos vegetales y animales, puede decirse que existe en dos formas generales: “agua libre” Y “agua ligada”. El agua libre o absorbida, que es la forma predominante, se libera con gran facilidad. El agua ligada se halla combinada o absorbida. Se encuentra en los alimentos como agua de cristalización (en los hidratos) o ligada a las proteínas y a las moléculas de sacáridos y absorbida sobre la superficie de las partículas coloidales. (Hart, 1991).

Entre algunas de las razones por las cuales, en los alimentos se determina la humedad, las principales son las siguientes:

- a) En el caso de compradores de materias primas, no desean adquirir agua en exceso.
- b) El agua, si está presente por encima de ciertos niveles, facilita el desarrollo de los microorganismos.
- d) Los materiales pulverulentos se aglomeran en presencia de agua.
- f) La cantidad de agua presente puede afectar la textura.
- g) La determinación del contenido en agua representa una vía sencilla para el control de la concentración en las distintas etapas de la fabricación de alimentos.

## **Método de secado por estufa de aire forzado**

La determinación de secado por estufa la cual posee un sistema de ventilación de aire forzado se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. El principio operacional del método de determinación de materia seca utilizando estufa y balanza romana, incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, pesado nuevamente de la muestra hasta peso constante (Varinia, 2011). El secado por estufa de aire forzado es uno de los métodos más comunes para la evaluación del contenido de materia seca en los alimentos; se calcula el porcentaje en agua por la pérdida en peso debida a su eliminación por gravimetría a una temperatura de 65° en un periodo que puede variar entre 24 y 72 horas, (Petruzzi *et al.*, 2005).

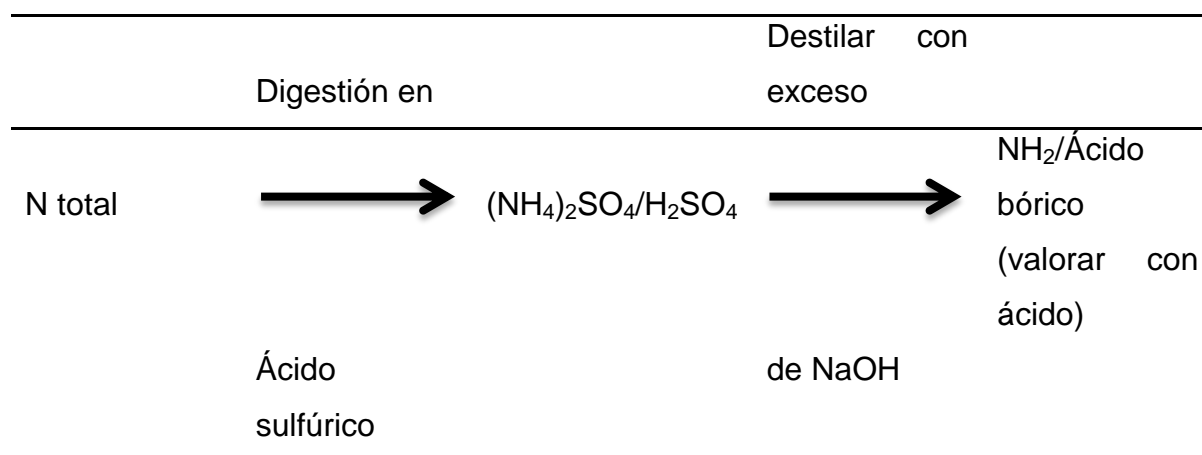
## **7.2. Lípidos (Método Soxhlet)**

La determinación de lípidos (materia grasa libre) consiste básicamente en la extracción semicontinua con disolvente donde una determinada cantidad de este rodea la muestra y se calienta a ebullición, una vez que dentro del Soxhlet el líquido condensado llega a cierto nivel es sifoneado de regreso al matraz de ebullición, la grasa se mide por pérdida de peso de la muestra o por cantidad de muestra removida. (Nielsen, 1998).

## **7.3. Proteína (método Kjeldahl)**

En el trabajo de rutina se determina mucho más frecuentemente la proteína total que las proteínas o aminoácidos individuales. En general, el procedimiento de referencia Kjeldahl determina la materia nitrogenada total, que incluye tanto las no proteínas como las proteínas verdaderas.

Cuadro. 5. Etapas de las que consta el método de Kjeldahl (Pearson, 1993).



En la mezcla de digestión se incluye sulfato sódico para aumentar el punto de ebullición y un catalizador para acelerar la reacción, tal como sulfato de cobre. El amoníaco en el destilado se retiene o bien por un ácido normalizado y se valora por retroceso, o en ácido bórico y valora directamente. El método Kjeldahl no determina, sin embargo, todas las formas de nitrógeno a menos que se modifiquen adecuadamente; esto incluye nitratos y nitritos. (Pearson, 1993).

La mayoría de las proteínas tienen una cantidad aproximada de 16% de nitrógeno.

$$\text{FACTOR} = \frac{100 \text{ gr Proteína}}{16 \text{ gr Nitrógeno}} = 6.25$$

$$\text{N X factor} = \% \text{ Proteína cruda}$$

El método se basa en la determinación de la cantidad de Nitrógeno orgánico contenido en productos alimentarios, que compromete dos pasos consecutivos:

- La descomposición de la materia orgánica bajo calentamiento en presencia de ácido sulfúrico concentrado.



b) El registro de la cantidad de amoniaco obtenida de la muestra

Durante el proceso de descomposición ocurre la deshidratación y carbonización de la materia orgánica combinada con la oxidación de carbono a dióxido de carbono. El nitrógeno orgánico es transformado a amoniaco que se retiene en la disolución como sulfato de amonio. La velocidad del proceso puede ser incrementada adicionando sales que abaten la temperatura de descomposición (sulfato de potasio) o por la adición de oxidantes (peróxido de hidrógeno, tetracloruro, persulfatos o ácido crómico) y por la adición de un catalizador. (Nollet, 1996).

Cuadro 6. Ventajas y desventajas del método Kjeldahl en la determinación de proteína (Nollet, 1996).

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Es apropiado para varios tipos de productos</li><li>• Su alta confiabilidad y Disponibilidad</li><li>• Está incluido en los métodos aprobados por las organizaciones internacionales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Llega a haber interferencia de compuestos nitrogenados no proteicos</li><li>• Durante la digestión se produce demasiado humo</li><li>• Uso de catalizadores caros o tóxicos</li><li>• Baja sensibilidad</li><li>• Tarda demasiado tiempo</li></ul>

#### 7.4. Cenizas totales en base seca (mufla)

Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica. Las cenizas

normalmente, no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en el alimento original, debido a las pérdidas por volatilización o a las interacciones químicas entre los constituyentes. En este método toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 550-600°C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza. (Nollet, 1996).

Cuadro 7. Ventajas y desventajas de la determinación de cenizas totales en base seca (Nollet, 1996).

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simple</li> <li>• No se requiere atención durante la generación de cenizas</li> <li>• No se requieren reactivos</li> <li>• Se pueden manejar muchas Muestras</li> <li>• Es un método estándar para la determinación de cenizas</li> <li>• Se puede determinar cualquier tipo de materia inorgánica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere alta temperatura</li> <li>• El equipo es caro</li> <li>• Hay pérdidas por volatilización</li> <li>• Hay interacciones entre minerales y recipientes.</li> <li>• Hay absorción de elementos traza por recipientes de porcelana o sílice</li> <li>• Poca utilidad para análisis de Hg, As, P y Se</li> <li>• Calentamiento excesivo puede hacer ciertos componentes insolubles</li> <li>• Hay una dificultad de manejo de cenizas por ser higroscópicas, sensibles a la luz, etc</li> </ul>

## VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

### 8.1. Ubicación de las áreas analíticas

La primera parte del presente análisis químico se realizó en las instalaciones del laboratorio de bromatología del Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Carretera Toluca-Tejupilco Km. 67.5, Barrio de Santiago, 51300 Temascaltepec de González, Méx.

La segunda parte de este trabajo de tesis se realizó en apoyo del Instituto de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Subiran y el colegio de postgraduados como parte fundamental del proyecto: en la determinación de aminoácidos y ácidos grasos.

En las instalaciones del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Subiran ubicado en la avenida Vasco de Quiroga No. 15 Colonia Belisario Domínguez Sección XVI delegación Iztapalapa DF. Se trabajó; con una cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) por sus siglas en inglés, utilizando como referencia en la determinación del contenido aminoácidos, el (Manual Waters Acc-QTAG, Manual No. WAT052874, Abril 1993), y para la determinación del perfil de ácidos grasos se utilizó una cromatografía de gases (CG), Clarus 580 bajo la metodología de (Chouinard *et al.*, 1999), en el colegio de postgraduados.





## 8.2. Material biológico

Polen corbicular seco.

Para los análisis se empleó polen corbicular deshidratado de origen botánico desconocido, cosechado bajo la metodología universal reportada, comercializado por la empresa DIPROANASA S.A de C.V. de la ciudad de Cuernavaca Morelos México. Una muestra representativa fue tomada y vacío-almacenada en una bolsa plástica (Ziploc, Smart Zip) de la <sup>sc</sup>Johnson colocada a temperatura ambiente en un lugar seco y fresco hasta los barridos químicos.



### 8.3. Métodos de evaluación química

#### 8.3.1. Humedad

Principio:

La humedad en la muestra se perdió por gravimetría a causa del calor aplicado. El porcentaje fue calculado por diferencia en el peso.

Material y equipo:

- 1) Estufa de aire forzado calibrada en un rango de temperatura de 55 a 110 °C.
- 2) Desecador provisto de gel de sílice con indicador de humedad.
- 3) Charola de papel



1)



2)



### Procedimiento:

Se pesó una porción significativa de la muestra (50 gr); inmediatamente se puso a secar en una estufa de aire forzado durante 6 días a una temperatura de 55 °C hasta llegar a peso constante. Después de este tratamiento, se pesó nuevamente la muestra, y por diferencia se calculó el porcentaje de humedad. 100 menos el valor obtenido es el porcentaje de materia seca (MS). Posteriormente la muestra fue pasada por un molino Willey, para obtener una muestra más homogénea para determinaciones posteriores.



Una vez que la muestra llegó a su estado seco, fue guardada en un frasco de vidrio plenamente identificado y almacenado a temperatura ambiente, y colocado en un cuarto con aire acondicionado para evitar cambios en su composición real previo a los barridos químicos.



Cálculos:

$$\textit{Humedad (\%)} = \frac{\textit{Pérdida de peso (g)}}{\textit{Peso de la muestra (g)}} \times 100$$

$$\textit{Materia seca (\%)} = 100 - \textit{Humedad (\%)}$$



### 8.3.2. Extracto etéreo (Grasa libre)

Equipo:

- 1) Equipo de extracción Soxhlet.
- 2) Papel de filtro Whatman # 541.
- 3) Equipo de destilación.
- 4) Balones de extracción.
- 5) Estufa de aire forzado calibrada en un rango de temperatura de 55 a 110 °C.
- 6) Hornilla.



1), 2), 3), 6)



4)

Reactivos:

- Alcohol etílico

Principio:

Una cantidad previamente homogeneizada y seca, fue pesada y sometida a extracción con alcohol etílico como solvente. Posteriormente, se realizó la extracción total de la materia grasa libre por Soxhlet.

#### Procedimiento:

- Se pesó .300 g de muestra sobre papel filtro
- Se realizó con el papel de filtro un paquete de tal forma que la muestra quedara segura. Se colocó el paquete en la cámara de extracción.
- Se pesó el balón vacío, en el cual se depositará la grasa, se anotó el peso. Se fijó el balón a la parte inferior del Soxhlet de forma segura, para evitar fugas del alcohol etílico.
- Por la parte superior del Soxhlet se vertió el alcohol etílico hasta que por diferencia de presión bajo a través del cuello del Soxhlet al balón, posteriormente se añadió el alcohol etílico hasta cubrir el paquete. Y se fijó bien el Soxhlet a la parte inferior del refrigerante.
- Dio inicio la extracción durante 4 horas. Se controló el flujo de agua en el refrigerante para que no se interrumpiera.
- Después de las 4 horas de extracción se recuperó el solvente a medida que se condensara en la cámara de extracción. Se evitó que la grasa depositada en el balón se quemara y se dejó enfriar el balón conteniendo la grasa para posteriormente colocarlo en la estufa durante una hora, y que de esta manera el alcohol etílico se evaporara completamente y sólo se quedara la grasa como remanente.
- Después de una hora se retiró de la estufa, y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Se pesó el balón conteniendo la grasa y se registró el peso. (peso final)



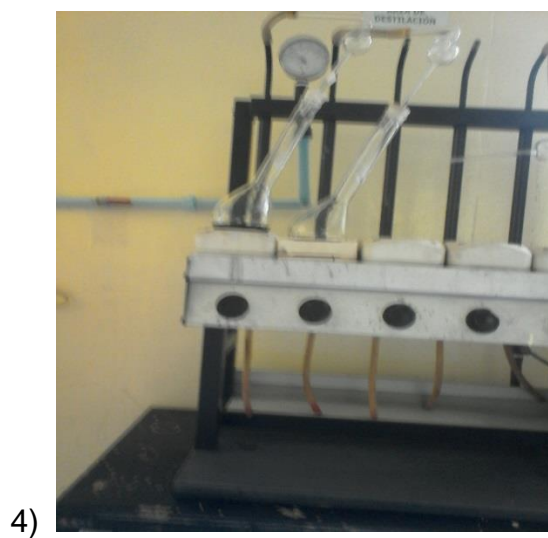
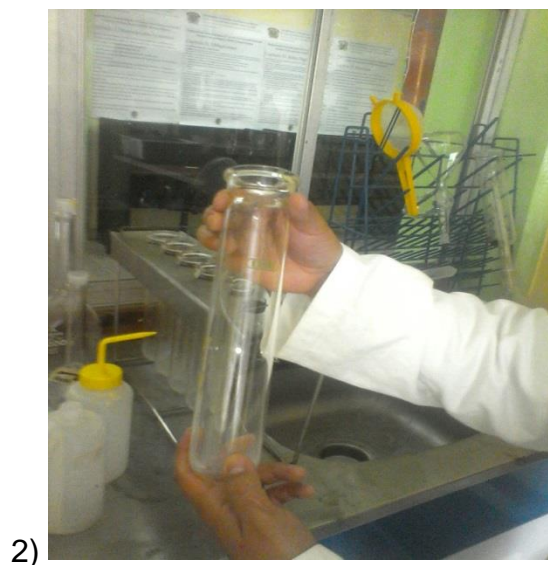
Cálculos:

$$Grasa (\%) = \frac{Peso\ final\ (g) - Peso\ del\ balón\ (g)}{Peso\ de\ la\ muestra\ (g)} \times 100$$

### 8.3.3. Proteína cruda (micro-Kjeldahl)

Material y Equipo:

- 1) Aparato de digestión micro-Kjeldahl.
- 2) Tubos de ensayo 100 ml.
- 3) Matraz de Kjeldahl 500 ml.
- 4) Destilador macro Kjeldahl.
- 5) Matraces Erlenmeyer de 50ml.
- 6) Bureta de 50ml.
- 7) Pipetas de 5 y 20 ml.



5)



6)



7)

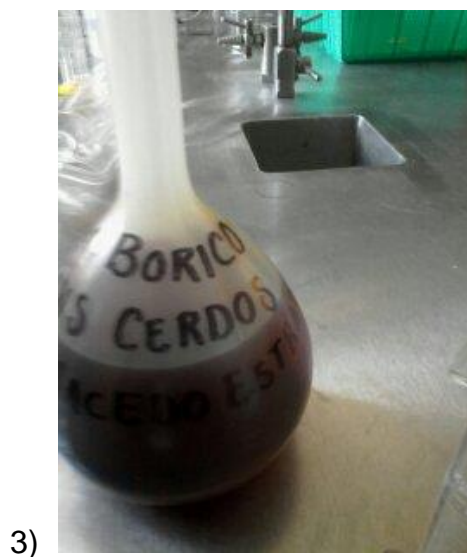
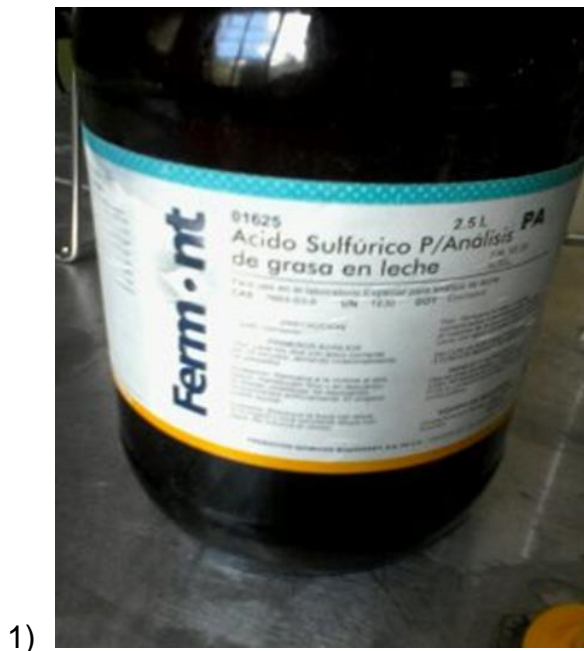


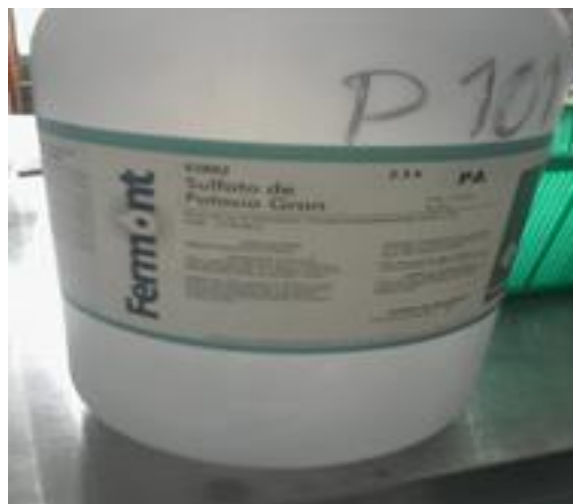
#### Reactivos:

- 1) Ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado.
  - 2) Solución de hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) al 40% (400 g L-1 de agua destilada).
  - 3) Solución de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) al 4% (40 g L-1 de agua destilada).
- Solución indicadora de rojo de metilo y verde de bromocresol (70 mg de rojo de metilo en 70 ml de alcohol etílico, 100 mg de verde de bromocresol el 100 ml de alcohol etílico y mezclar ambas soluciones).

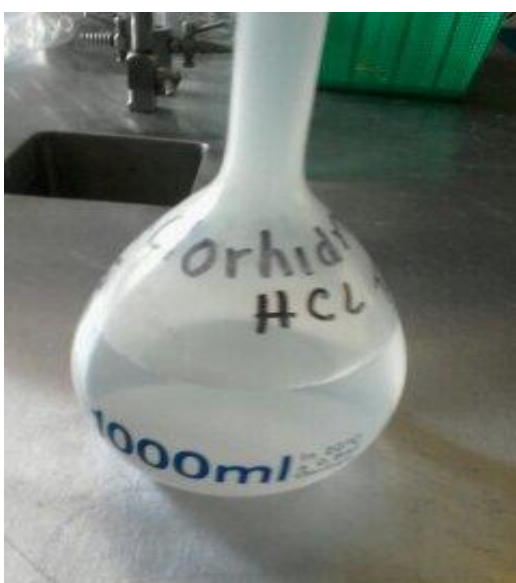


- 4) Mezcla catalizadora [96g de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), 3.5g de sulfato cúprico ( $\text{CuSO}_4$ ) y 0.5g de selenio].
- 5) Solución valorada de HCL cercana al 0.1 N (8.3 ml L-1 de agua destilada).  
Comprobar por titulación





4)



5)

Principio:

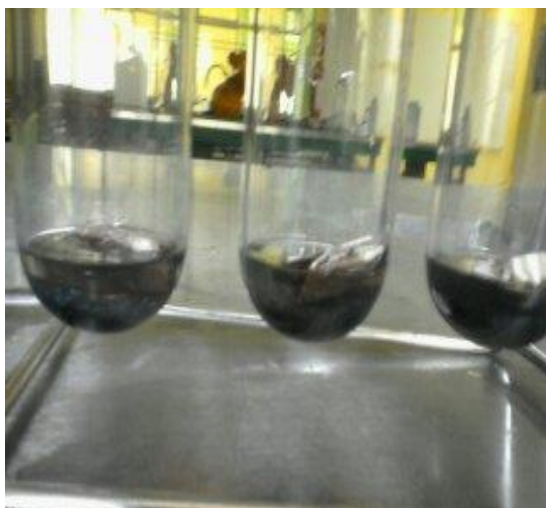
El nitrógeno de la proteína se transformara a sulfato de amonio por medio de la digestión con ácido sulfúrico en ebullición, el residuo se enfriara, y se diluyera con agua y se le agregara hidróxido de sodio. El amonio presente se desprenderá y a la vez se destilara y posteriormente se recibirá en una solución de ácido bórico que luego será titulado con una solución de ácido estandarizado en presencia de un indicador apropiado.

Procedimiento:

El material fue lavado y enjuagado con agua destilada antes de su utilización

## Digestión

- Se pesaron .300 g de muestra y fue depositada en el tubo de digestión.
- Se identificó el tubo con un marcador de aceite y se le adiciono 6 ml de  $H_2SO_4$  concentrado y 1 g de mezcla catalizadora y se dejó reposar durante 12 h).
- Se colocaron los tubos en el digestor e incrementando la temperatura gradualmente hasta alcanzar  $350^{\circ}C$ , la digestión de la materia orgánica duro 4 horas, durante ese tiempo se mantuvieron encendidas las campanas de extracción. Y se mantuvo en observación el proceso de digestión hasta que ceso la formación de espuma y la solución se tornó color verde pálido.



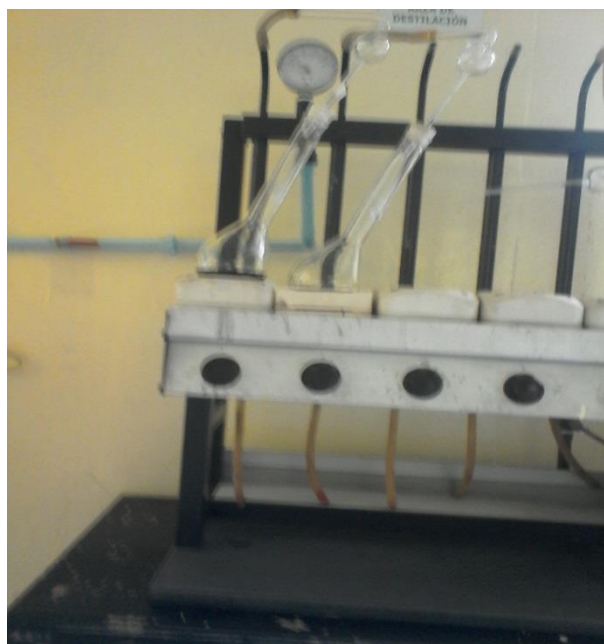
## Destilación

- Se disolvió el contenido del tubo en la mínima cantidad de agua destilada (40ml)
- Se transfirió al matraz de Kjeldahl el contenido del tubo, lavando este con la misma cantidad de agua destilada y agregando 3 perlas de vidrio a cada matraz.
- En el extremo del condensador, se colocó un matraz Erlenmeyer de 50 ml con 15ml de solución de ácido bórico al 4% y 3 gotas de indicador verde



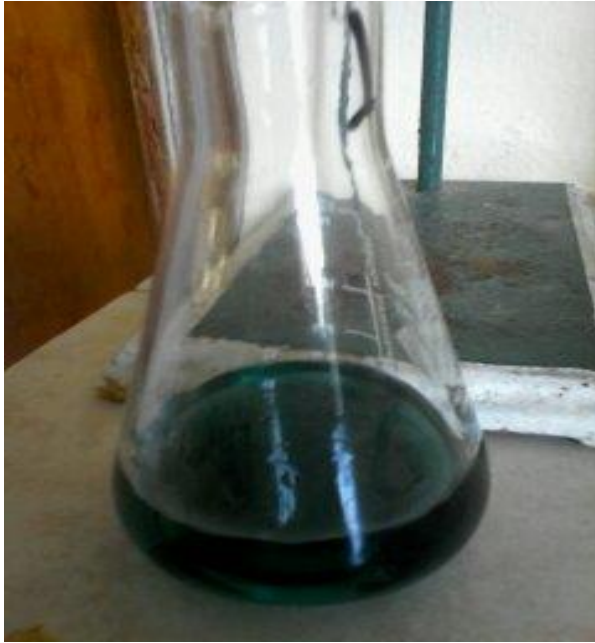
bromocresol-rojo de metilo cuidando que el extremo del condensador quede sumergido dentro de la solución.

- Se adicionaron 15ml de NaOH al matraz de Kjeldahl, manteniéndolo inclinado para que la solución deslice por el costado hasta el fondo (de esta manera se evita el inicio de la reacción y el escape del nitrógeno) al formarse las dos capas, fue colocado en la parrilla de destilación en el nivel 6 y se destilo hasta obtener 50ml del destilado. Se enjuago el extremo del condensador con la mínima cantidad de agua y se retiro el matraz Erlenmeyer.



## Titulación

- Se tituló el destilado con la solución valorada de ácido al 0.1N hasta obtener un color rosa tenue, y se registró la cantidad de ml gastados en la titulación.
- Se realizó un blanco siguiendo todo el procedimiento.



Cálculos:

$N (\%)$

$$= \frac{(ml \text{ gastados de } HCl - ml \text{ gastados en el blanco}) \times \text{Normalidad } HCl \times 1.401}{(g \text{ de la muestra})(\text{coeficiente de MS})}$$

$$\text{Proteína calculada} = \text{Nitrógeno} \times 6.25$$

### 8.3.4. Cenizas

Principio:

La materia orgánica contenida en el alimento se oxida (en ausencia de flama)  $600^{\circ}\text{C}$  en la mufla quedando un residuo blanquecino denominado ceniza o residuo inorgánico.

Material y equipo:

- 1) Balanza analítica.
- 2) Mufla de incineración para alcanzar temperaturas de  $550\text{-}600^{\circ}\text{C}$ .
- 3) Crisoles de porcelana de 3-4 cm de diámetro y de 2.3 cm de altura



1)



2)

3)



Procedimiento:

- Se pesó un 1 g de muestra seca en crisol previamente pesado (peso del crisol totalmente seco, o bien que tenga peso constante).
- Se introdujo a la mufla para calentar a 600°C (incrementando la temperatura en intervalos de 15 minutos de 100 °C).
- Alcanzados los 600°C, se dejaron calcinando las muestras por un periodo de seis horas.
- Se enfrió la mufla hasta 100°C.
- Se retiraron los crisoles y fueron colocados en el desecador durante 5 minutos.
- Se registró el peso de los crisoles y las cenizas (peso final).
- Se calculó el % de cenizas.

Cálculos:

$$\text{Cenizas (\%)} = \left[ \frac{\text{Peso final (g)} - \text{Peso del crisol (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \right] \times 100$$



### 8.3.5. Aminoácidos libres

El análisis se realizó en un cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC por sus siglas en inglés) equipado con un detector para fluorescencia (Waters modelo 470) y automuestreador. Los reactivos empleados en el análisis son AccQ-Tag diseñados por la empresa Millipore Co. La derivatización se realizó con carbamato en fase reversa con una Columna NovaPak C18. Los valores son expresados en mg/g de proteína.

El fundamento de este análisis se basa en la reacción de los aminoácidos con el carbamato 6-aminoquinolil-N-hidroxisuccinimidil. Este compuesto es un carbamato heterocíclico que forma, por derivatización, con los aminoácidos primarios y secundarios, un compuesto nuevo aminado fluorescente. Los compuestos generados de esta reacción son ureas altamente estables que tienen su máxima fluorescencia a 395 nm, con la ventaja de que a temperatura ambiente son estables por una semana.



### 8.3.6. Ácidos grasos libres

La muestra fue centrifugada a  $17,800 \times g$  durante 30 minutos a una temperatura de  $8^{\circ}\text{C}$ , de la grasa separada se obtuvieron de 1 a 2 gramos para su extracción y metilación para ser analizados bajo la metodología propuesta por (Hara y Radin, 1978). Los ésteres metílicos de los ácidos grasos fueron transesterificados con metóxido de sodio de acuerdo con la metodología propuesta por (Christie, 1992) y modificado por (Chouinard *et al.*, 1999). Los ésteres metílicos de los ácidos grasos fueron cuantificados mediante cromatografía de gases utilizando un Clarus 580 y una columna capilar de  $(100 \text{ m} \times 0.25 \text{ de diámetro interno con un espesor de } 0.2 \mu\text{m})$ ; Supelco Inc., Bellefonte, PA). Los análisis involucraron corridas con rampas de temperatura. La temperatura inicial del cromatografo fue de  $50^{\circ}\text{C}$  manteniéndose por un minuto, incrementándose a  $160^{\circ}\text{C}$  aumentando  $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$  y se mantuvo así por 42 minutos. La temperatura se incrementó nuevamente a razón de  $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$  hasta llegar a  $190^{\circ}\text{C}$  y se mantuvo por otros 22 minutos. Las temperaturas del inyector se mantuvieron a  $250^{\circ}\text{C}$ . la velocidad de flujo del gas acarreador que fue el hidrogeno estuvo a razón de  $1 \text{ ml}/\text{min}$ . El flujo del hidrogeno al detector fue de  $25 \text{ ml}/\text{min}$ , el flujo del aire fue de  $400 \text{ ml}/\text{min}$ . Cada pico fue identificado y cuantificado usando muestras de ésteres metílicos puros (UN Chek Prep, Elysian, MN). La norma de referencia de grasa fue utilizada para determinar la recuperación y los factores de corrección de los ácidos grasos individualmente. La norma de referencia de grasa, también fue utilizada en intervalos regulares durante todo el análisis como una ayuda al control de calidad.



## IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis químico se realizó en una muestra compuesta de polen proporcionada por la empresa DIPROANSA S.A de C. V de la ciudad de Cuernavaca Morelos México.

### 9.1. Análisis químico

En el cuadro 8 se muestran los resultados obtenidos en el análisis químico proximal.

Cuadro 8. Resultados del análisis químico del polen investigado.

Fracción	Polen investigado %	Legislación Argentina %	Legislación Brasileña** %
Humedad	9.6	8 Máximo	4 Máximo
Materia seca	90.4		
Extracto etéreo	8.6		1.8 Mínimo
Proteína	26	15-28	8 Mínimo
Cenizas	2.5	4 Máximo	4 Máximo

\*\*= Citada por Meza, (2015)

### 9.2. Humedad

La humedad máxima se registró en 9.6% por secado en estufa de aire forzado a 55°C contrario a lo especificado por la reglamentación Argentina de secado al vacío 45 mm Hg y 65°C, así mismo este valor se mostró superior a los niveles máximos establecidos por ambas legislaciones, lo que como indica De Arruda *et al.*, (2013) citado por Meza, (2015) su inocuidad está en riesgo. Referente a esto Vit *et al.*, (2008) contemplaron la posibilidad de que la humedad en el polen recién colectado varia en diferentes porcentajes en función del origen geográfico. Según Simal *et al.*, (1985) el contenido de agua en el polen apícola en peso fresco oscila entre un 12 y 20%, valores superiores a los comúnmente reportados en base seca. La humedad

obtenida para este análisis, del polen procedente del trópico seco de México, supero con 9.6% la media de Almeida *et al.*, (2005) de 7.4% del polen brasileño originario de un país geográficamente tropical, lo que comprueba que la humedad final del polen investigado más que presentar influencia por el origen geográfico fue determinada por otros factores que tuvieron mayor impacto que este como: la colocación de la trampa, el diseño y material de fabricación de la caja colectora, (véase diseño y construcción idónea de trampa caza polen anexo 4) y el proceso de secado y almacenaje posterior como lo indica Serra *et al.*, (1985), citado por Simal y colaboradores el mismo año. Desde el punto de vista químico este nivel de agua favorece la producción de microorganismos (hongos y bacterias (Simal *et al.*, 1985), afecta la textura lo cual según Baldi *et al.*, (2004) repercute en su organoléptica, debido a que la humedad en el polen es uno de los principales factores que determinan su calidad. Este mismo autor considera 6 y 6.5% los niveles adecuados de agua en polen. Particularmente el resultado obtenido puede estar correlacionado más, que con el tipo de instrumentación para secado, por el tipo de secado. Almeida *et al.*, (2005) sugiere que el polen debe ser secado artificialmente en hornos especiales a una temperatura de 50°C hasta que la humedad baje entre 5 y 8°C, o entre (4 y 8%) (Cobo, 1980) de modo que se pueda caracterizar como polen de abeja seco protegido contra la contaminación fúngica y se pueda almacenar adecuadamente. Simal *et al.*, (1985) corrobora y recomienda este tipo de secado, lo contrario al natural. Por otra parte Barajas *et al.*, (2011) confirma que el secado del polen a una temperatura máxima de 45°C es la adecuada debido a que presenta un menor tiempo de proceso y no se afectan sus propiedades fisicoquímicas y nutricionales. Lo contrario a un secado más prolongado el cual influiría en color original del polen siendo predisponente el pardeamiento químico, deshidratación de la fructosa, y la volatilización de algunos componentes (Baldi *et al.*, 2004). Lo cual bajo el argumento de Barajas *et al.*, (2011) y como lo especifica Baldi *et al.*, (2004) el polen seco debe conservar su forma original al ser apretado con la mano o mordido, y presentar una textura dura de grano de cereal, para lo cual como se mencionó anteriormente la proporción de agua final influye directamente en estos aspectos. Según Barajas *et al.*, (2011) el objetivo del secado del polen, es disminuir su actividad acuosa, para preservación a temperatura ambiente facilitando su venta,



aunque el polen investigado no reúna la expectativa de comercialización por la reglamentación argentina y la brasileña.

### **9.3. Materia seca**

La cantidad de alimento (materia seca) en el polen analizado, se determinó en 90.4%, resultados similares fueron obtenidos por Vit *et al.*, (2008) en el análisis del polen de Cacute, de los Andes venezolanos, con un porcentaje de materia seca de 91.3 y 90.1%, lo mismo que Saavedra *et al.*, (2013) en su estudio del polen apícola colectado en Cayaltí Lambayeque Perú obteniendo de un 86.12 a un 91.2%, por su parte Baldi *et al.*, (2004) en la caracterización del polen comercial argentino reportó un 90.8% de materia seca como máximo, quedando Vit y Santiago, (2008) como uno de los porcentajes más bajos con 85.12% de los aquí expuestos en su análisis del polen de páramo de Misintá de los andes venezolanos, lo que comprueba que bajo la norma Argentina y Brasileña ningún polen cumple con el porcentaje de materia seca aunque estas no la tengan específicamente establecida, pero la cual puede ser calculada por diferencia según los niveles de referencia que exigen de humedad.

### **9.4. Proteína cruda**

El polen apícola independientemente en que parte del mundo es cosechado por los apicultores, es influenciado por diferentes factores que determinan su contenido en proteína. Los amplios rangos de esta son explicados en función del origen botánico y geográfico, así como de la época del año en que es cosechado (Meza, 2015). En 1992, Herbert reportó que el contenido en proteína del polen colectado de diversas especies de plantas varían entre un 8 y 40%, valores promedio distintos a los sugeridos por Roulston *et al.*, (2000) citado por Human y Nicholson, (2006) que van desde 12% a un 61%. Para este análisis el valor máximo de Proteína Cruda se corrió por triplicado determinándose en 26% calculada a partir del factor de

conversión 6.25 Kjeldahl cumpliendo el parámetro de contenido por la legislación Argentina para su comercialización, al igual que la Brasileña citada por Meza, (2015). A manera de revisión, del 2004 al 2014 en Sudamérica pasando por Uruguay, Argentina, Brasil, Colombia, Venezuela y Perú los porcentajes en proteína fluctuaron entre 14 y 41%, encontrándose la media en 26, 27 y 28% corroborando estos resultados, trabajos publicados por (Baldi *et al.*, 2004; Almeida *et al.*, 2005; Vit *et al.*, 2008; Vit y Santiago, 2008; Santos *et al.*, 2009; Barajas *et al.*, 2011; Saavedra *et al.*, 2013; Aloisi y Ruppel, 2014; Meza, 2015) agregando a la nómina el polen investigado con 26% para el presente año. Lo que de alguna manera como lo informa Montenegro *et al.*, (1992) citado por Aloisi y Ruppel, (2014) el hecho de que las abejas seleccionen polenes ricos en proteína aumenta la posibilidad de su utilización como suplemento nutricional, considerando que dentro de esos porcentajes las abejas *Apis mellifera* L. durante el proceso de colecta de los polenes promovieron un aumento en su proteína especialmente en aquellos de plantas que requieren polinización como es claro que ocurre al observar el trabajo de Serra *et al.*, 1986).

### **9.5. Extracto etéreo (Grasa libre)**

La proporción de grasa libre según Stanley y Linskens, (1974) oscila del 1 al 20% en base seca, en función del taxón botánico, y origen geográfico (Baldi *et al.*, 2004), para el presente estudio la media después de la suma de los tres extractos grasos determino 8.6% como resultado final, que en comparación con el polen sudamericano englobando únicamente resultados publicados del polen Argentino por Baldi *et al.*, (2004), el Brasileño por Almeida *et al.*, (2005), el Colombiano por Barajas *et al.*, (2011); Meza, (2015), Venezolano Vit *et al.*, (2008); Vit y Santiago, (2008) y el Peruano por Saavedra *et al.*, (2013) los cuales se extienden desde un mínimo de .15 a un máximo de 9.6%, obtiene el segundo lugar más alto después del polen colombiano analizado por Meza, (2015). Cabe mencionar que Meza, (2015) discutió sus resultados con base en el porcentaje de grasa total del polen monofloral de mostaza de la india de 13.8% el cual que a pesar que se encuentra aún muy por

debajo del nivel máximo de 20% reportado por Stanley y Linskens, (1974) parece estar predisponente a rancidez por oxidación lipídica, lo que se traduce a que un polen con el máximo de 20% sería inocuo. Desde esta perspectiva con respecto a la grasa en el polen apícola, la legislación argentina no establece ningún nivel de referencia, lo contrario a la brasileña exigiendo como mínimo 1.8%, lo que indica que un polen colectado por las abejas con un alto contenido de grasa a un peso al riesgo de oxidación lipídica cumpliría la expectativa comercial de ambas legislaciones. Esto desde el punto de vista que varios países las citan por sus valores de referencia en cuanto a las normas de calidad. Como aportación propia, con base en la grasa total contenida en el polen investigado y al no presentarse oxidación lipídica tomando en cuenta el periodo desde su adquisición de un año previo a los análisis, un nivel tolerable de grasa que podría ser manejado como referencia en el polen mexicano sería de 8%.

#### **9.6. Cenizas totales**

Según Stanley y Linskens, (1974) los porcentajes de sales minerales en base seca fluctúan entre 2.5 a 6.5%, aunque el (PLA 1960) citado por Baldi *et al.*, (2004) sostiene que las cenizas no superan el 3%. Por su parte la reglamentación Argentina y la Brasileña en garantía del producto estandarizaron 4% como máximo para fines de comercio, así Baldi *et al.*, (2004) de acuerdo con ambas legislaciones indica que niveles por encima de los especificados podrían contener impurezas de origen mineral que aumentaría como consecuencia el contenido de cenizas por encima del residuo real de minerales. El rango promedio para este análisis cumple con las exigencias en sales minerales establecidas por la legislación Argentina y la Brasileña con 2.5%, valor ligeramente superior a los obtenidos por Almeida *et al.*, (2005) del polen brasileño analizado en fresco y seco que van desde un 2.2 a 2.4%, así mismo al de Vit y Santiago, (2008) registrado en 2.1% en el polen de los andes venezolanos. Continuando la ruta de discusión con resultados de países sudamericanos el valor de cenizas del polen investigado se posiciona dentro de los valores promedio reportados por Meza, (2015) de 1.5 a 2.7% del polen colombiano,

los de Barajas *et al.*, (2011) de 2.0 a 3.3% del mismo país, los de Saavedra *et al.*, (2013) del polen apícola colectado en Cayaltí Lambayeque Perú de 2.1 a 3.2%, como resultados de estudios más recientes al presente trabajo. Así mismo Baldi *et al.*, (2004) del polen comercial argentino de .96 a 6.7%. Lo que comprueba que el polen mexicano posee riqueza en mineral. Cabe destacar que Vit *et al.*, (2008) se posicionaron con sus resultados del polen analizado de cacute, en los Andes venezolanos con 2.1 a 33.9% como una de las medias más altas reportadas en el polen apícola en Sudamérica, presentando un elevado porcentaje de impureza mineral a diferencia de algunos polenes analizados por Baldi *et al.*, (2004) que se manifestaron en comparación a este relativamente bajos que tampoco cumplieron la expectativa comercial de ambas legislaciones.

### **9.7. Aminoácidos libres**

El contenido de aminoácidos libres en el polen apícola según Cimpoiu *et al.*, (2013) citado por Meza, (2015) fluctúan en porcentajes variables de acuerdo a los taxones botánicos que constituyen la muestra, así como factores de orden biológico, ecológico y geográfico. Por su parte, Szczesna, (2006) comprueba que el polen apícola independientemente en qué parte del mundo es cosechado, posee elevados niveles de: ácido glutámico, prolina, ácido aspártico, leucina y lisina. Los cuales según este mismo autor representan aproximadamente el 50% de los aminoácidos totales. Por otro lado Baldi *et al.*, (2004) reportan que prolina y ácido glutámico son los componentes más abundantes de todos en el polen debido a que son constituyentes vegetativos de las plantas. En el cuadro 9 se presenta el informe de análisis del polen investigado expresado por el método de Bradford (g/100 g).

Cuadro 9. Perfil de aminoácidos del polen investigado.

Aminoácido	g AA/100 g de proteína
Acido aspártico	10.85
Serina	5.27
Acido glutámico	13.75
Glicina	7.56
Histidina	2.48
Arginina	2.41
Alanina	4.03
Treonina	5.03
Prolina	5.90
Tirosina	5.47
Cistina	1.99
Metionina	1.78
Valina	3.21
Lisina	4.66
Isoleucina	7.07
Leucina	12.32
Fenilalanina	4.54

La autenticidad del perfil de aminoácidos se muestra en el anexo 1

El presente informe de análisis reporta 17 aminoácidos, 9 esenciales, con ausencia de triptófano y 8 no esenciales, con amplia fluctuación entre ambos grupos que va desde 1.78 a 13.75 g/100 g proteína como se puede observar en el cuadro 9. La representación porcentual que constituye cada grupo se muestra en la figura 22 registrándose como era esperado el mayor porcentaje en el de los no esenciales.

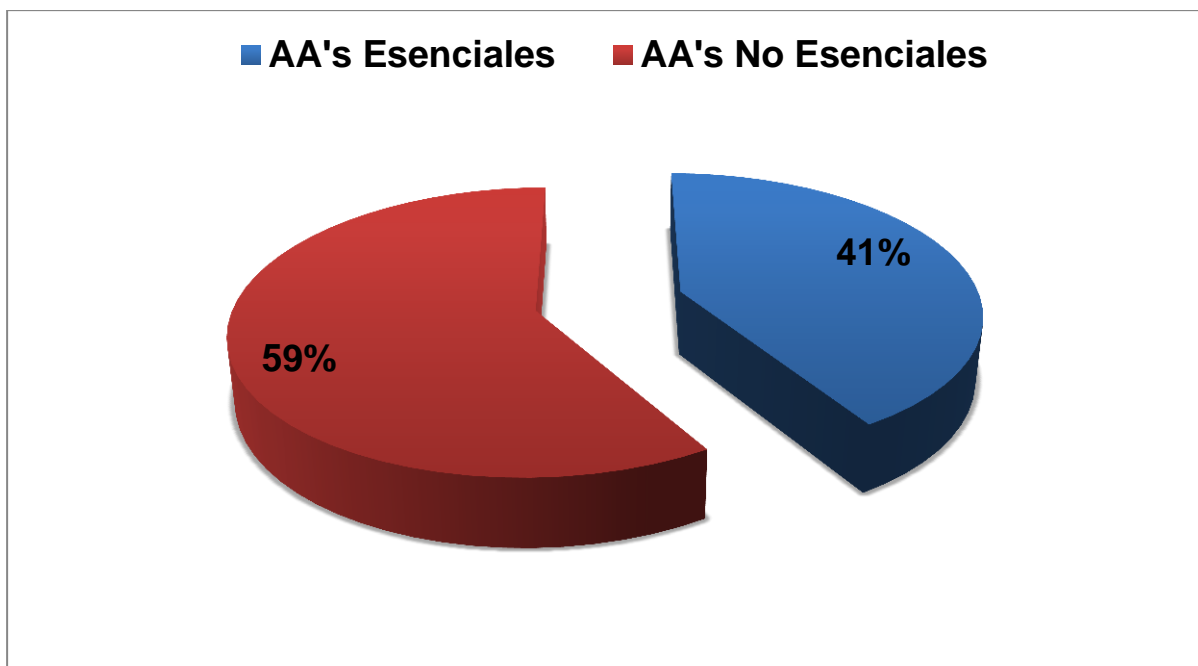


Fig. 22. Representación porcentual de aminoácidos esenciales y no esenciales.

Dentro del grupo de los esenciales el menor contenido se registró para metionina con 1.78% y el mayor para leucina con 12.32%. Corroborando lo reportado Szczesna, (2006) para el grupo de los no esenciales el presente perfil presenta alta concentración para ácido aspártico con 10.85, ácido glutámico con 13.75 siendo el más alto de todo el perfil y leucina con 12.32% a diferencia de prolina que se registró en 5.90% y lisina con 4.66% valores relativamente bajos a los esperados. Especialmente para prolina que bajo la indicación Baldi *et al.*, (2004) debió manifestarse en un porcentaje más alto como en el caso de ácido glutámico. Así mismo volviendo a la afirmación de Szczesna, (2006) el ácido glutámico, prolina, ácido aspártico, leucina y lisina conforman el 48% del total de la fracción de aminoácidos, como se muestra en la figura 23, resultado similar al de dicho autor.

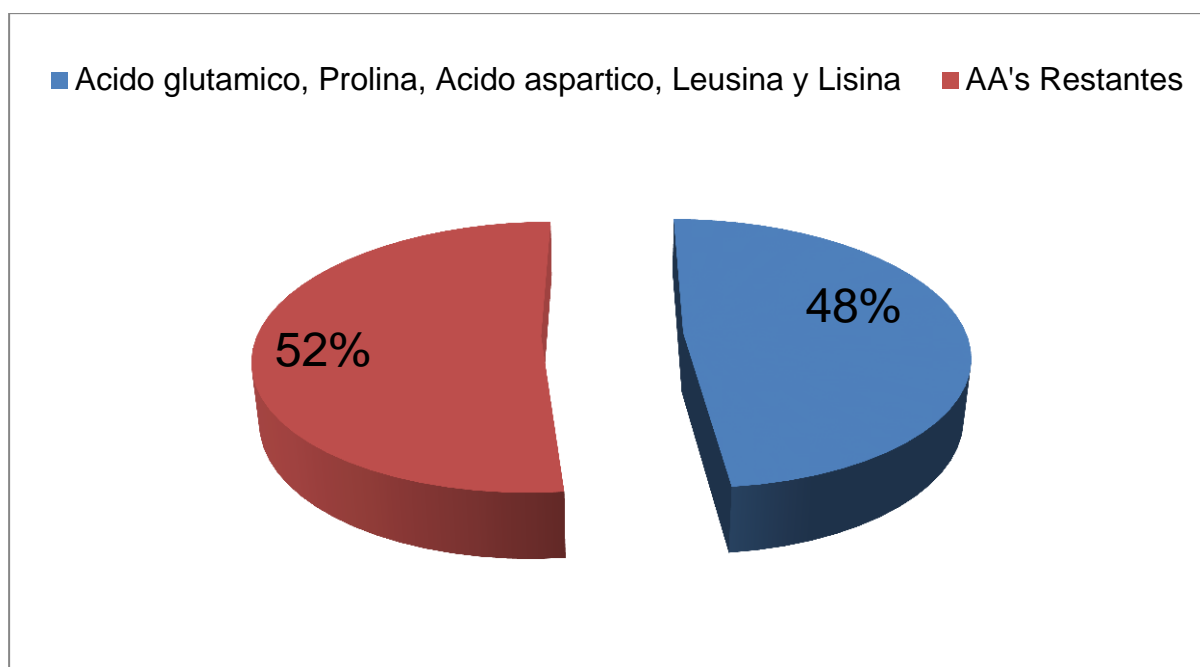


Fig. 23. Representación porcentual de ácido glutámico, prolina, ácido aspártico, leucina y lisina del total de la fracción de aminoácidos del perfil del polen investigado.

Por otro lado Baldi *et al.*, (2004) hablan de la relación prolina/ácido glutámico como un indicador de conservación del polen apícola, que consiste en que en los posteriores seis meses después de su envasamiento la prolina tiende a aumentar y el ácido glutámico a disminuir, lo que representa una correlación positiva o negativa en función de los intereses propios para cada uno, aunque la diferencia de uno sobre otro representa un signo de buena calidad del producto (Simal *et al.*, 1993). Según Somerville, (2001) de Australia en muchas fuentes de polen se ha registrado deficiencias en lisina, histidina, arginina, valina y metionina, para el polen investigado estos cinco aminoácidos no se pueden catalogar como deficientes aunque si se manifiestan en porcentajes relativamente bajos que van desde 1.78 a 4.66% como se observa en el cuadro 9. Por su parte Human y Nicolson, (2006) reportaron el perfil de aminoácidos del polen de *Aloe greatheadii* var. *Davyana* de Sudáfrica en fresco, colectado por abejas y almacenado, el cual posee los 10 aminoácidos esenciales, con un valor relativamente bajo para triptófano, y que en el polen investigado se encuentra ausente lo mismo que Hidroxiprolina dentro del grupo de los no esenciales. Tomando en cuenta que la muestra para este estudio es comercial, y

que durante el periodo de envasado el porcentaje para cada aminoácido pudo fluctuar positivamente aumentando o negativamente descendiendo como es comprobado que sucede por estos mismos autores, se tomaron los resultados del perfil de aminoácidos corrido en envasado del polen sudafricano igualando las condiciones de análisis con el polen investigado, para la comparación porcentual del perfil de aminoácidos de ambos polenes (cuadro 10).



Cuadro 10. Perfil de aminoácidos del polen de *Aloe greatheadii* var. *Davyana*, y del polen investigado.

Aminoácido	g/100 g de proteína**	g/100 g de proteína <sup>1</sup>
Esenciales	Almacenado	Almacenado
Arginina	5.29	2.41
Histidina	2.25	2.48
Isoleucina	4.35	7.07
Leucina	7.48	12.32
Lisina	6.50	4.66
Metionina	2.25	1.78
Fenilalanina	4.44	4.54
Treonina	5.03	5.03
Triptófano	0.16	
Valina	5.16	3.21
No esenciales		
Alanina	5.85	4.03
Ácido aspártico	9.90	10.85
Ácido glutámico	10.78	13.75
Glicina	4.51	7.56
Hidroxiprolina	0.92	
Prolina	7.32	5.90
Serina	5.78	5.27
Tirosina	2.81	5.47

\*\* (Human y Nicolson, 2006)

<sup>1</sup> Polen investigado

Específicamente las variaciones más altas entre aminoácidos, se dieron para el polen investigado con histidina, isoleucina, leucina, fenilalanina en el grupo de los esenciales, y ácido glutámico, ácido aspártico, glicina y tirosina en el grupo de los no esenciales, y una igualdad porcentual con el polen sudafricano en treonina. Este

estudio demostró que el polen apícola contiene de 15 a 18 aminoácidos (Szczesna, 2006) posicionándose dentro del rango el presente analizado con 17 de ellos. Así mismo que el porcentaje para ácido glutámico, prolina, ácido aspártico, leucina y lisina oscila en un 50% como lo afirma Szczesna, (2006). El porcentaje de estos cinco aminoácidos en el polen investigado se registró en un 48%, un resultado similar se obtuvo al realizar la misma operación con estos aminoácidos del perfil del polen sudafricano el cual se muestra gráficamente bajo este apartado en la figura 24 el cual no venía integrado en el estudio realizado por Human y Nicolson, (2006) y que fue determinado en un 46%.

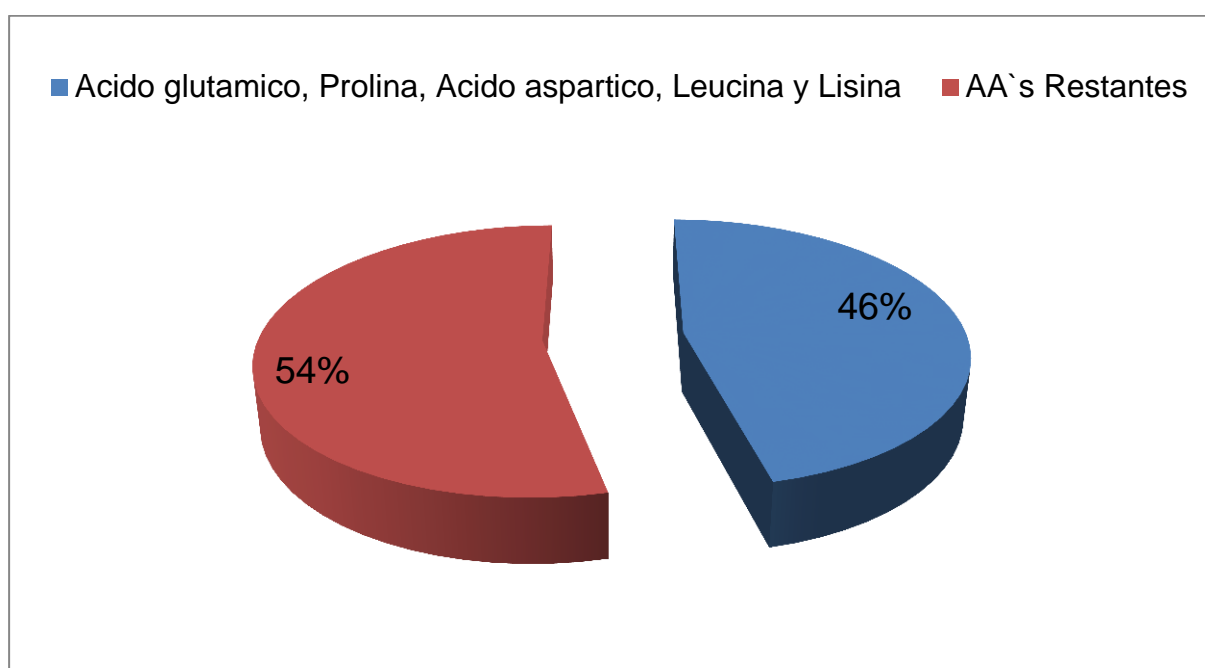


Fig. 24. Representación porcentual de ácido glutámico, prolina, ácido aspártico, leucina y lisina del total de la fracción de aminoácidos del perfil del polen de *Aloe greatheadii* var. *Davyana*.

### 9.8. Ácidos grasos libres

La amplia gama de ácidos grasos libres en el polen ya sea florícola o apícola fluctúa en relación a la fuente botánica, algunos autores como Battaglini y Bossi, (1968) citados por Muniategui, (1989) consideran específicamente a estos componentes de la materia grasa libre atractivos para las abejas, he ahí la razón que sostuvo en

parte la hipótesis formulada por estos mismos autores en ese mismo año de que las abejas eligen polenes ricos en ácidos grasos insaturados esenciales para su metabolismo. Sosteniendo la afirmación de estos investigadores el perfil del polen investigado presenta 4 de ellos, oleico con un 5.9%, palmitoleico con 1.51%, linoleico con 5.0% y linolenico como el más alto del perfil con 47.39% . Curiosamente dos años antes de esta hipótesis Hopkins *et al.*, (1966) citados también por Muniategui, (1989) demostraron que el ácido insaturado octadeca-2-trans- 9-cis-12-cis-12-trienóico presenta atracción para estos insectos, lo que indica que el ácido graso Cis-11,14 heicosadia presente en el perfil del polen analizado tuvo influencia en su colecta por las abejas. Por otro lado Szczsna, (2006) singularmente interesado en ácidos grasos de cadena larga aisló 9 de ellos en el polen Polaco, Coreano y Chino, de los cuales el polen investigado cuenta con palmítico, esteárico, oleico y linoleico, a diferencia de mirístico, alfa-linolenico, behénico, lignocérico y araquidónico no determinados en este estudio. Otro trabajo que presento estos 4 ácidos grasos insaturados al igual que Szczsna, (2006) y el polen investigado es el de Saa *et al.*, (2010) determinando además de estos, 16 ácidos grasos más en polenes de diversas fuentes florales incluido el pentadecánico, que también fue determinado para este estudio. En el cuadro 11 se muestra porcentualmente el perfil de ácidos grasos del polen investigado.

Cuadro 11. Perfil de ácidos grasos del polen investigado.

Ácido graso	g/100 g de ésteres metílicos
Butírico	13.04
Pentadecanoico	2.31
Palmitico	19.56
Palmitoleico	1.51
Estearico	1.37
Oleico	5.95
Linoleico	5.01
Linolenico	47.39
Cis-11,14 heicosadía	3.35

La autenticidad del perfil de ácidos grasos se muestra en el anexo 2

El pentadecanoico también conocido como pentadecilico para este estudio se registró en 2.81% contrario a lo reportado por Muniategi, (1989) en el polen comercial de España el cual en compañía de otros ácidos grasos se manifestó inferior al 1%, así mismo el palmítico para este estudio se posicionó con 19.56% por arriba del valor mínimo de 18.2% obtenido para este ácido graso por este mismo autor. Continuando la ruta de discusión con el polen español el ácido graso oleico para el polen investigado se detectó en 5.95% por arriba del promedio encontrado por los científicos españoles de 5.7%, así mismo el linoleico registrado en 5.0% a diferencia del de España de 1.1%, existiendo una igualdad entre el polen español y el investigado en el ácido esteárico con 1.3%. Para el polen polaco, coreano y chino, los ácidos grasos predominantes son linolénico palmítico y linoleico, a diferencia del polen investigado, con butírico con una proporción del 13.0%, palmítico con 19.5% y linolenico con 47.39%. Particularmente este estudio comprueba que el polen analizado es rico en Omegas 3 y 6, que aunque el ácido graso araquidónico no fue determinado para este estudio puede ser sintetizado mediante el metabolismo de los dos primeros.

## **X. CONCLUSIONES**

- Los resultados obtenidos del análisis químico cumplieron los parámetros de composición establecidos por la legislación Argentina y Brasileña, a excepción de humedad.
- 17 aminoácidos son presentes, 9 esenciales y 8 no esenciales. Los porcentajes más altos del perfil se registraron en ácido aspártico, ácido glutámico, leucina, glicina e isoleucina.
- 9 ácidos grasos de cadena larga fueron determinados, de los cuales dos son esenciales linoleico (Omega 6) y linolénico (Omega 3) obteniendo este último el porcentaje más alto del perfil con 47.39%. El ácido araquidónico (Omega 3) no fue determinado en este estudio, pero puede ser sintetizado mediante el metabolismo de linoleico y linolénico.

## XI. LITERATURA CITADA

A.O.A.C, 1975. Official Methods of Analysis. 15th Ed Association of Official Agricultural Chemists, Washington.

Almaraz Abarca, N., Campos, M.G., Avila Reyes, J.A., Naranjo Jimenez, N., Herrera Corral, J., Gonzalez Valdez, L.S. 2007. Antioxidant activity of polyphenolic extract of monofloral honeybeecollected pollen from mesquite (*Prosopis juliflora*, *Leguminosae*). *Journal of Food Composition and Analysis*. 20, 119–124.

Almeida Muradian, L.B., Pamplona, L.C., Coimbra, S., Barth, O.M. 2005. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis* 18(1): 105-111.

Apimondia. XXXIII International Congress of Apiculture. Memorias. Beijing, China. 1993. 255-264.

Araneda, X., Velásquez, C., Morales, D., Martínez, I. 2014. Producción de pan de abejas (*Apis mellifera* L.) bajo condiciones de laboratorio. IDESIA Volumen 32, Nº 4. P 63-69

Alvarez Torres, C. E. 2002. Suplementación protéica en abejas, alimentadas con harina de lupino y harina de soya. Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias, 92 p.

Brasil. Ministério de Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa No. 3, de 19 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Pólen Apícola. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, de 23 de janeiro de 2001, Seção 16-I, p.18-23.

Bosi G., Ricciardelli D'Albore G. 1975. Quantitative determination of amino acids in some bee collected pollens. XXXV Int. Beekeep. Congr. Apimondia, Grenobl, 459 – 464

Burgos, Mayorga. A. R. 2012. Comparación de la producción de polen con tres fuentes alternativas de proteína en la dieta de *Apis mellifera*. Universidad Central del Ecuador Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 109 p.

Bradbear, N. 2009. Bees and their role in forest livelihoods. FAO, Ed. Food and Agricultural Organization. 1st ed., p 194. Rome: FAO.

Borror, D. 1976. An introduction to the study of insects. 4th ed. The Ohio State University, USA. 852 p.

Bermejo Ramos, D. 2011. Evolución y situación actual de los estudios del polen atmosférico. Referencia a la polinización en Zaragoza, Z-3949/2011, 68 p.

Crailsheim K, LH Schneider, N Hrassnigg, G Bühlmann, U Bosch, R Gmeinbauer, B Schöffmann. 1992. Pollen consumption and utilization in worker honeybees (*Apis mellifera carnica*): dependence on individual age and function. *J Insect Physiol* 38, 409- 419.

Chouinard, P.Y., Corneau, L., Barbano, D. M., Metzger, L.E., Bauman, D.E. 1999. Conjugated linolenic acids alter milk fatty acid composition and inhibit milk fat secretion in dairy cows. *The Journal of Nutrition*. 1579-1584.

De Groot AP. 1953. Protein and amino acid requirements of the honeybee (*Apis mellifica* L.), *Physiol Comp Oecol* 3, 197–285.

Fuenmayor Bobadilla, C. A. 2009. Aplicación de bioprocesos en polen de abejas para el desarrollo de un suplemento nutricional proteico. Universidad Nacional de Colombia, 225 p.

FAO., OMS. 1975. Manual sobre necesidades nutricionales del hombre. Ginebra, 88 p.

G. R. Campos, M., Bogdanov, S., Almeida-Muradian, L. B., Szczesna, T., Mancebo, Y., Frigerio, C., Ferreira, F. 2008. Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apicultural Research and Bee World* 47(2): 156–163

Gilliam M., McCaughey W.F., Wintermute B. 1980. Amino acids in pollens and nectars of citrus cultivars and in stored pollen and honey from honeybee colonies in citrus groves. *J. apic. Res.* 19(1):64 – 72.

Gilliam M. 1979. Microbiology of pollen and bee bread: The genus bacillus. *Apidologie* 10, 269-274

García Figueroa, O. R., 2014. Desarrollo de Alimentos Complementarios para Cubrir las Necesidades Nutricionales de *Apis mellifera* L. en Tiempo de Escasez. Universidad Austral de Chile, 85 p.

Gómez Isea, J. T. V. 2011. Evaluación del secado en horno microondas como método alternativo para la determinación de materia seca parcial en muestras de ballica (*Lolium perenne*). Universidad Austral de Chile Instituto de Producción Animal Escuela de Agronomía, 59 p.

García Gómez, L. E., Meza Ramos, E. 2012. Oportunidades y obstáculos para el desarrollo de la apicultura en Nayarit. Versión electrónica disponible en EUMED <http://www.eumed.net>.

Haydak, M. 1970. Honey Bee Nutrition ~ Annual Reviews Annual Reviews [www.annualreviews.org/aronline](http://www.annualreviews.org/aronline)

Herbert Jr E, H Shimanuki, B Shasha. 1980. Brood rearing and food consumption by honey bee colonies fed pollen substitutes supplemented with starch-encapsulated pollen extracts. *J Apic Res* 19, 115-118.

Hrassnigg N, K Crailsheim. 2005. Differences in drone and worker physiology in honeybees (*Apis mellifera*), *Apidologie* 36, 255-277.

Human, H., Nicolson, S. 2006. Nutritional content of fresh, bee-collected and stored pollen of *Aloe greatheadii* var. *Davyana* (*Asphodelaceae*). *Phytochemistry*, 67: 1486-1492.

Herbert Jr E. 1992. Honey bee nutrition. In: Graham JM (ed). The hive and the honey bee, Dadant and sons, Hamilton, Illinois, USA, Pp 197-233



Hutchins, M., Evans, A., Garrison, R., Schlager, N. 2003. Grzimek's animal life encyclopedia 2da ed., p 489. Canada Thomson Gale.

Hrassnigg N, R Brodschneider, P Fleischmann, K Crailsheim. 2003. Worker bees (*Apis mellifera* L.) are able to utilize starch as fuel for flight while drones are not. Standing Commission of Bee Biology.

Hart, F. L. 1991. Análisis moderno de los alimentos; Acribia. Zaragoza (España).

<http://www.sagar.gob.mx>

Krell, R., 1996. Value-added products from beekeeping. FAO Agricultural Services Bulletin 124, Food and Agriculture Organization, Rome, pp. 87–113.

Kauffeld N.M. 1980. Chemical analysis of Louisiana pollen and colony conditions during a year. Apidologie, 11(1):47 – 55.

Llorente, M. J. 1986. Polinización y polen. Castilla, La Mancha – España. Páginas: 1 – 4. Recuperado de: <http://apicultura.over-blog.es/article-28887872.html>

Lesser R. 2001. Estado actual de la apicultura chilena. En: Manual de apicultura moderna, 3ª ed. Universitaria, Santiago, Chile, Pp 21-26

Muniategui, S., Simal, J., Huidobro, J.F. y Garcia, M. 1988. Estudio de los ácidos grasos del polen apícola. Grasas y aceites.

Muniategui, S. 1989. Color, origen botánico y composición del polen apícola. Universidad Santiago de Compostela de facultad de farmacia, España, 288 p.

Mesa Valencia, A F. 2015. Caracterización fisicoquímica y funcional del polen de abejas (*Apis mellifera*) como estrategia para generar valor agregado y parámetros de calidad al producto apícola. Universidad Nacional de Colombia, 89 p.

McLellan A.R. 1977. Minerals, carbohydrates and amino acids of pollens from some woody and herbaceous plants. Ann. Bot. 41:1225 – 1232.

McCaughey W.F., Gilliam M., Standifer L.N. 1980. Amino acids and protein adequacy for honey bees of pollens from desert plants and other floral sources. *Apidologie*, 11(1):75 – 86

Mărgăoan, R., Mărghițaș, L. A., Dezmirean, D. S., Dulf, F. V., Bunea, A., Ancuța Socaci, S., Bobis, O. 2014. Predominant and Secondary Pollen Botanical Origins Influence the Carotenoid and Fatty Acid Profile in Fresh Honeybee-Collected Pollen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, p 6306–6316.

Michener C.D. 1974. Bees, their development, structure and function. In: The social behavior of the bees. Harvard University Press, USA, Pp 3-19.

Masson, L., Mella, M. 1985. Materias grasas de consumo habitual y potencial en Chile. Composición en ácidos grasos. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile, 31 p.

M. P. Saa Otero , E. Díaz Losada, E. Fernández Gómez. 2000. Analysis of fatty acids, proteins and ethereal extract in honeybee pollen - Considerations of their floral origin, *Grana*, 39:4, 175-181, DOI: 10.1080/00173130051084287

Narváez Torres, P. R., 2013. Detección de polen convencional y genéticamente modificado de soya *Glycine max* L. en la miel de abeja *Apis mellifera* en los estados de Campeche y Yucatán. Facultad de Ciencias UNAM Universidad Nacional Autónoma de México, 109 p.

Nollet, Leo M. L. 1996. Handbook of food analysis; M. Dekker, New York.

Nation J.L. 2002. The major structural regions of the gut. In: Nation J.L. (ed). Insect physiology and biochemistry. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, Pp 30-56.

Nielsen, S. 1998. Food Analysis Second Edition; An Aspen Publication, Gaithersburg, Maryland.

Olivos Mancini, M. F. 2010. Evaluación de suplementos alimenticios para *Apis mellifera* L. adaptados a la araucanía. Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Veterinarias, 71 p.

Pascoal, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Feás, X., Estevinho, L. M. 2014. Biological activities of commercial bee pollens: antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 63, 233–9.

Pontes E, P Leite, D Majerowicz, GC Atella, KC Gondim. 2008. Dynamics of lipid accumulation by the fat body of *Rhodnius prolixus*: The involvement of lipophorin binding sites. *J Insect Physiol* 54, 790-797.

Pearson, D. 1993. Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos; Acribia, S.A. Zaragoza (España).

Petruzzi, H., Stritzler, N., Ferri, C., Pagella, J., Rabotnikof, C. 2005. Determinación de materia seca por métodos indirectos: utilización del horno a microondas. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación experimental agropecuaria, Anguil. Argentina. Boletín de divulgación técnica N° 88. 4 p.

Rockstein, M. 1978. Biochemistry of insects. London. Academic Press. 649 p.

Santos, E., Invernizzi, C., García, E., Cabrera, C., Di Landro, R., Saadoun, A., Daners, G. 2009. Contenido de proteína cruda del polen de las principales especies botánicas utilizadas por las abejas melíferas en Uruguay. *Agrociencia*. p 9-13.

Snodgrass, R. 1975. Anatomía de la abeja melífera. En: Dadant e hijos (eds). La colmena y la abeja melífera. Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay, Pp 115-172.

Schmidt J.O., A., Hanna. 2006. Chemical Nature of Phagostimulants in Pollen Attractive to Honeybees. *J Insect Behav* 19, 521-532

SAGARPA. 2001. Manual básico de apicultura. P 52. México SAGARPA

Somerville, D. 2005. Fat bees - Skinny bees. A manual on honey bee nutrition for beekeepers. Rural Industries Research and Development Corporation, Australia, Pp 3-84

Salamanca Grosso, G., Osorio Tangarife. M. P., Gutiérrez Ortiz, A. M. 2011. Sistema trazable en el proceso de extracción y beneficio del polen corbicular

colectado por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera:Apidae) en la zona Altoandina de Boyaca, Colombia. *Zootecnia Trop.*, 29(1): 127-138.

Szczesna, T. 2006. Protein content and amino acids composition of bee-collected pollen originating from poland, south korea and china. *Journal of Apicultural Science*. Vol. 50 No. 2 p 91-99

Szczesna, T. 2006. Protein content and amino acid composition of bee-collected pollen from selected botanical origins. *Journal of Apicultural Science*. Vol. 50 No. 2 p 81-90.

Somerville, D.C. 1997. "Value of Pollens Collected from Agricultural Crops". Proceedings Crop Pollination Association Conference. Tatura, Vic, 14-15 August, 1997.

Seeley T. D. 1995. Worker anatomy and physiology. In: The wisdom of the hive. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA, Pp 23-27.

Silveira Rodríguez, M. B., Monereo Megías, S., Molina Baena, B. 2003. Alimentos funcionales y nutrición óptima. ¿cerca o lejos?. *Rev Esp Salud Pública* 2003, p 317-331.

Urrutia Arévalo, S.S., Corpeño Cruz, L. E. 2013. Alimentación en abejas (*Apis mellifera*) a base de jugos de morro (*Crescentia alata*), mango (*Mangifera indica* L) y marañón (*Anacardium occidentale*), Santa Clara 2013. Universidad del Salvador, Facultad Multidisciplinaria Paracentral, Departamento de Ciencias Agronómicas, 69 p.

Vit, P., Santiago, B. 2008. Composición química de polen apícola fresco recolectado en el páramo de Misintá de los andes venezolanos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Vol. 58 N° 4 p 411- 415.

Woodward, S., Quinn, J. 2011. Encyclopedia of invasive species. De Africanized honeybees to zebra mussels. Pp 106-109. Greenwood Library of Congress.

<http://morelostierragenerosa.jimdo.com/productos/ganaderos/miel-de-abeja/>

## ANEXO 1



INSTITUTO NACIONAL DE  
CIENCIAS MÉDICAS  
Y NUTRICIÓN  
SALVADOR ZUBIRÁN

"2015, año del Generalísimo José María Morelos y Pavón"

México, D.F. a 09 de septiembre de 2015

**IAZ. José Ignacio Cuevas Rojo**

Centro Universitario Temascaltepec de la  
Universidad Autónoma del Estado de México.

Presente.

Anexo a la presente sírvase encontrar los resultados del análisis de perfil de aminoácidos realizado a 2 muestras identificadas como: Polen 1 y Polen 2, las cuales fueron entregadas a nuestro Departamento para su análisis. El informe no podrá ser utilizado con fines promocionales, ni reproducido excepto en su totalidad, sin previa autorización por escrito del Instituto.

Atentamente.

**Dra. Silvia Carrillo Domínguez**

Jefe del Departamento de Nutrición Animal  
Dr. Fernando Pérez-Gil Romo.



INSTITUTO NACIONAL DE  
CIENCIAS MÉDICAS  
Y NUTRICIÓN  
SALVADOR ZUBIRÁN

## INFORME DEL ANÁLISIS

**Procedencia:** Centro Universitario Temascaltepec de la Universidad Autónoma del Estado de México.

**Muestra:** Polen 1 y Polen 2


**Análisis:** Perfil de aminoácidos


CLAVE MUESTRA	POLEN 1 25.96% PROTEÍNA g AA/100 g Proteína	POLEN 2 26% PROTEÍNA g AA/100 g Proteína
AA		
ASP	11.01	10.85
SER	5.36	5.27
GLU	13.98	13.75
GLY	7.69	7.56
HIST	2.51	2.48
ARG	2.45	2.41
ALA	4.09	4.03
THR	5.11	5.03
PRO	5.97	5.90
TYR	5.63	5.47
CYS	2.60	1.99
MET	1.83	1.78
VAL	3.45	3.21
LIS	4.97	4.66
ILE	7.26	7.07
LEU	12.72	12.32
PHE	4.71	4.54

Referencia: Perfil de aminoácidos (HPLC) (Manual Waters Acc-QTAG, Manual No. WAT052874, Abril 1993)

Los resultados se refieren exclusivamente a las muestras analizadas. El informe no podrá ser utilizado con fines legales y promocionales ni reproducido total o parcialmente sin previa autorización por escrito del Instituto.

Atentamente

  
**M en C. Ma. De la Concepción Calvo Carrillo**  
Coordinadora de Lab. De Nutrición Animal  
Dr. Fernando Pérez-Gil Romo.

  
**Dra. Silvia Carrillo Domínguez**  
Jefe del Departamento de Nutrición Animal  
Dr. Fernando Pérez-Gil Romo.

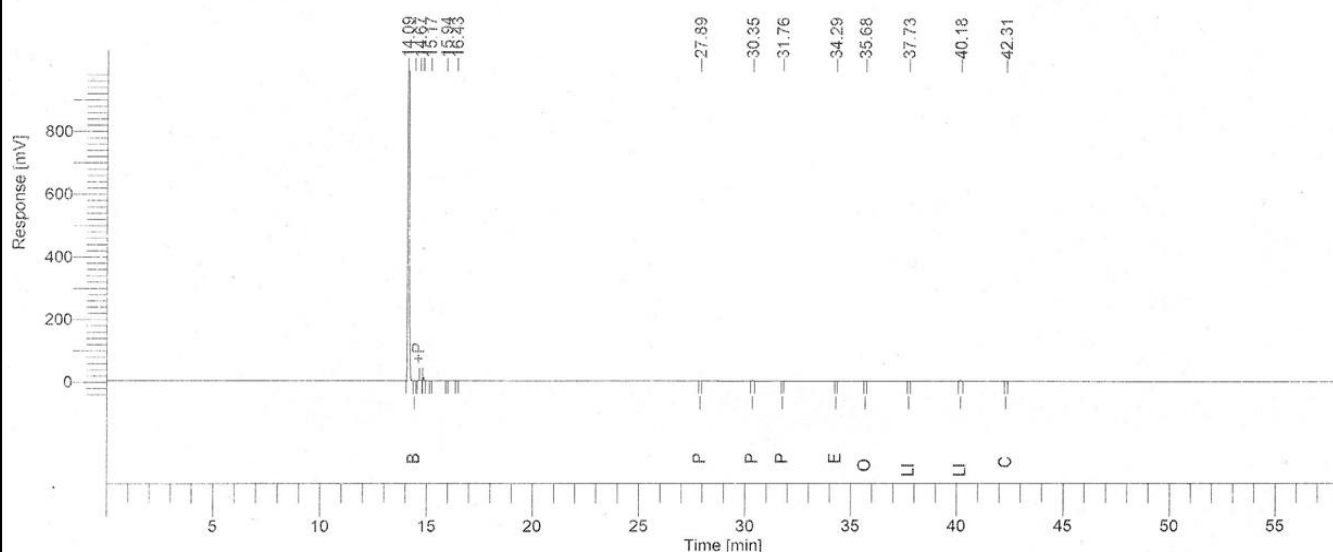
Avenida Vasco de  
Quiroga No. 15  
Colonia Belisario  
Domínguez Sección XVI  
Delegación Tlalpan  
Código Postal 14080  
México, Distrito Federal  
Tel. (52) 54870900  
www.incmnsz.mx

## ANEXO 2

Software Version : 6.3.2.0646  
 Sample Name : polen uaem  
 Instrument Name : Clarus580  
 Rack/Vial : 0/30  
 Sample Amount : 1.000000  
 Cycle : 1

Date : 6/18/2015 12:24:58 PM  
 Data Acquisition Time : 6/18/2015 11:24:58 AM  
 Channel : A  
 Operator : Administrator  
 Dilution Factor : 1.000000

Result File : C:\clarus580\Resultado\polen.rst  
 Sequence File : C:\clarus580\Secuencia\polen.seq



## ACIDOS GRASOS CADENAS LARGAS

### ACIDOS GRASOS

Peak #	Component Name	Time [min]	Area [%]	Norm. Area [%]	BL	Raw Amount	Adjusted Amount
2	butirico	14.417	13.04	13.04	VB	0.0033	0.0033
10	pentadecanoico	27.886	2.81	2.81	BB	0.0007	0.0007
11	palmitico	30.349	19.56	19.56	BB	0.0050	0.0050
12	palmitoleico	31.759	1.51	1.51	BB	0.0004	0.0004
13	estearico	34.286	1.37	1.37	BB	0.0004	0.0004
14	oleico	35.676	5.95	5.95	BB	0.0015	0.0015
15	linoleico	37.726	5.01	5.01	BB	0.0013	0.0013
16	linolenico	40.179	47.39	47.39	BB	0.0121	0.0121
17	cis-11,14 heicosadia	42.305	3.35	3.35	BB	0.0009	0.0009
			100.00	100.00		0.0256	0.0256

## **ANEXO 3**

### **Evaluación nutricional del polen, requerimientos y consumo de aminoácidos esenciales en humanos.**

#### **Fundamento**

En nutrición humana en materia de aminoácidos, 9 de ellos son reconocidos como esenciales debido a que no pueden ser sintetizados a partir del organismo por sí solos, y por consecuencia deben ser ingeridos en la dieta. En cuanto a las proporciones netas de proteína, la FAO ha publicado diferentes recomendaciones de consumo diario por kilogramo de peso corporal, variando de acuerdo a la edad y las etapas de crecimiento. En la tabla 1 se muestra la evaluación nutricional del polen analizado (CS), y las proporciones dietadas por día. Para una mejor comprensión los requerimientos individuales de aminoácidos esenciales totales por día se calcularon a partir de los pesos promedio en hombres mexicanos (pesos superiores a los de mujeres) y se anotaron mostrando la respectiva metodología de cálculo, lo mismo para el estimado de proteína calculada por porción de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 gr de polen y en función de esta las proporciones individuales de aminoácidos esenciales. El presente anexo tiene como objeto dar a conocer los métodos de cálculo para la medición de requerimientos de aminoácidos esenciales por Kg de peso corporal por día con base en la edad y las etapas de vida en humanos mostradas en la tabla 1 tomando como patrón las amplias variaciones de peso “existentes” en las 4 facetas pero sobre todo en la adulta, así como la medición del consumo por porción, superior o inferior a algunas las expuestas de aminoácidos esenciales del prototipo de polen analizado.



Evaluación nutricional del polen, consumo y requerimientos de aminoácidos esenciales en humanos.

AA	Prot. De ref. FAO (mg/g N)	México			Requerimientos (mg/Kg de peso corporal/día)			
		(g/100 g P)	(mg/g P)	C.S <sup>1)</sup>	Niños (2 años)	Niños Esc. (10 – 12 años) A)	B)	Adultos
HIST		2.48			?	?	?	8 – 12
ILE	175	7.07	0.0707	0.0404	31	30	28	10
LEU	412	12.32	0.1232	0.0299	73	45	44	14
LIS	362	4.66	0.0466	0.0128	64	60	44	12
MET+CYS	156	3.77	0.0377	0.0241	27	27	22	13
PHE+TYR	393	10.01	0.1001	0.0254	69	27	22	14
THR	212	5.03	0.0503	0.0237	37	35	28	7
TRIP	69	-	-	-	12.5	4	3.3	3.5
VAL	218	3.21	0.0321	0.0147	38	33	25	10
Total de AA Exógenos	1997/1928**	46.07	0.4607 **	0.171				

1) Chemical escore

\*\* -Suma total de aminoácidos exógenos excepto triptófano no determinado en el estudio e histidina no incluida en la proteína de referencia

Requerimientos de aminoácidos esenciales

Los requerimientos individuales de aminoácidos esenciales por día con excepción de triptófano, fueron calculados multiplicando los mg requeridos de cada aminoácido por Kg de peso corporal, con el peso promedio de acuerdo a la edad en hombres mexicanos (pesos superiores a los de mujeres).

Nota: Las tablas de pesos promedio, alto y bajo para hombres y mujeres se muestran al final de este anexo.

## Metodología de cálculo

**Formula:** *Mg/Kg de peso corporal/Día \* Peso Promedio=*

Ejemplo:

$$31 \times 12.550 = 389.0$$

Requerimientos de aminoácidos esenciales por día de tres etapas de vida humana.

<i>Niño</i>
<i>Edad: 2 años</i>
<i>Peso promedio: 12.550 Kg</i>
<i>Requerimientos:</i>
(HIST :?), (ILE: 389.05), (LEU: 916.15), (LIS: 803.2), (MET+CYS: 338.85), (PHE+TYR: 865.95), (THR: 464.35), (VAL: 476.9)

<i>Niño de escuela</i>
<i>Edad: 12 años</i>
<i>Peso promedio: 39.775 Kg</i>
<i>Requerimientos:</i>
<b>A)</b> (HIST: ?), (ILE: 1193.25), (LEU: 1789.875), (LIS: 2386.5), (MET+CYS: 1073.925), (PHE+TYR: 1073.925), (THR: 1392.125), (VAL: 1312.575)
<b>B)</b> (HIST: ?), (ILE: 1113.7), (LEU: 1750.1), (LIS: 1750.1), (MET+CYS: 875.05), (PHE+TYR: 875.05), (THR: 1113.7), (VAL: 994.375)

<i>Adulto joven</i>
<i>Edad: 18 años</i>
<i>Peso promedio: 66 Kg</i>
<i>Requerimientos:</i>
(HIST: 528), (HIST: 792), (ILE: 660), (LEU: 924), (LIS: 792), (MET+CYS: 858), (PHE+TYR: 924), (THR: 462), (VAL: 660).

2.48 gr HIST → 100 gr PC  
→ 1.3 gr de PC = 0.03224 pp

*Tamaño por porción 5 gr*

*Cantidad de proteína 1.3 gr*

(HIST: 0.03224), (ILE: 0.09191), (LEU: 0.16016), (LIS: 0.06058), (MET+CYS: 0.04901), (PHE+TYR: 0.13013), (THR: 0.06539), (VAL: 0.04173).

*Tamaño por porción 10 gr*

*Cantidad de proteína 2.6 gr*

(HIST: 0.06448), (ILE: 0.18382), (LEU: 0.32032), (LIS: 0.12116), (MET+CYS: 0.09802), (PHE+TYR: 0.26026), (THR: 0.13078), (VAL: 0.08346).

*Tamaño por porción 15 gr*

*Cantidad de proteína 3.9 gr*

(HIST: 0.09672), (ILE: 0.27573), (LEU: 0.48048), (LIS: 0.18174), (MET+CYS: 0.14703), (PHE+TYR: 0.39039), (THR: 0.19617), (VAL: 0.12519).

*Tamaño por porción 20 gr.*

*Cantidad de proteína 5.2 gr*

(HIST: 0.12896), (ILE: 0.36764), (LEU: 0.64064), (LIS: 0.24232), (MET+CYS: 0.19604), (PHE+TYR: 0.52052), (THR: 0.26156), (VAL: 0.16692).

*Tamaño por porción 25 gr*

*Cantidad de proteína 6.5 gr*

(HIST: 0.1612), (ILE: 0.45955), (LEU: 0.8008), (LIS: 0.3029), (MET+CYS: 0.24505), (PHE+TYR: 0.65065), (THR: 0.32695), (VAL: 0.20865).

*Tamaño por porción 30 gr*

*Cantidad de proteína 7.8 gr*

(HIST: 0.19344), (ILE: 0.55146), (LEU: 0.96096), (LIS: 0.36348), (MET+CYS: 0.29406), (PHE+TYR: 0.78078), (THR: 0.39234), (VAL: 0.25038).

FAO Nutrition Meetings Report Series, No. 52; WHO Technical Report Series, No. 522, 1973 (Energy and protein requirements: report of a Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee).

## ANEXO 4



Modificado por TECA (Publicado por la FAO)

---

### Construcción de una trampa y un secador de polen

#### Resumen:

En esta tecnología se explica paso a paso como construir una trampa de polen con pocos materiales y de fácil obtención para los apicultores. Esta trampa no captura la totalidad del polen que llevan las abejas, permitiendo que las abejas ingresen algo de polen a la colmena. Además se muestra la forma de construcción de un secador de polen artesanal para cerrar el proceso de cosecha y maduración o secado del polen antes de ser almacenado.

#### Palabras claves:

Abejas [1], Polen [2], Trampas [3]

#### Categoría:

Manejo de recursos naturales [4]

#### Países:

Chile

#### Descripción:

##### ***Trampa de polen de piquera y secador de polen***

Usos: La trampa de polen es utilizada de forma frecuente en la apicultura y la crianza de *Apis mellifera*. La obtención del polen desde las abejas que lo traen a la colmena, es con el propósito de poder distribuir la entrega de este recurso de forma

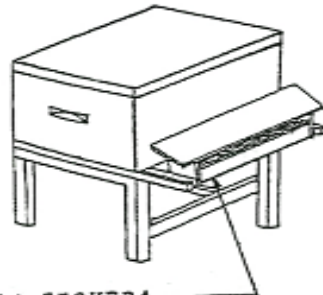
equilibrada y acorde a las necesidades. Por ello en épocas de alta oferta se recoge el polen y se administra en temporadas de escasez. La trampa de polen debe ser utilizada en colmenas fuertes, donde se tenga una reina fecundada con buena postura y una cantidad de abejas suficiente como para sobrellevar el no ingreso de polen por un tiempo. Esta trampa de polen se ha desarrollado en Yumbel, Región del Bio Bio, Chile cuando la temporada apícola se encuentra en desarrollo en los meses de octubre y noviembre. Los productores que han implementado las trampas de polen en sus apiarios han recibido un ingreso adicional por la venta de insumos confeccionados a partir de este producto, además han podido hacer uso del polen para su consumo y para la administración en diferentes preparados para las abejas. Por otra parte el secador de polen permite deshidratar el polen en un porcentaje suficiente como para poder almacenarlo el tiempo que se desee.

#### ***Diseño y Construcción:***



## TRAMPA DE POLEN

ES UNA HERRAMIENTA QUE SIRVE PARA COSECHAR POLEN, LA CUAL SE COLOCA EN LA ENTRADA DE LA COLMENA



TRAMPA EN LA PIQUERA

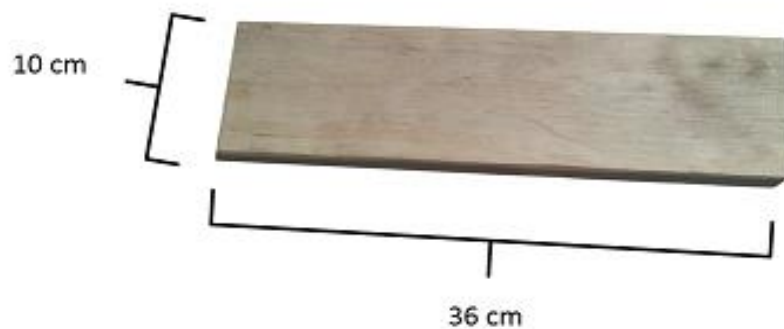
## LISTA DE MATERIALES

1. TABLA DE MADERA COMUN de  $\frac{1}{2}$ " DE GROSOR
2. MALLA DE HARNERO
3. LAMINA DE PLÁSTICO CON PERFORACIONES DE 5MM
4. LAMINA METALICA
5. 10 CLAVOS DE 1 PULGADA



# CONSTRUCCIÓN DE LA TRAMPA

- **TECHO DE LA TRAMPA**
  - RECTANGULO DE MADERA TERCIAADA

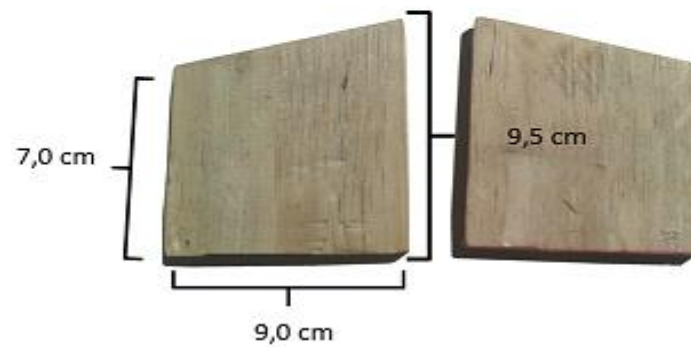


- **PARTE DELANTERA Y TRASERA DE LA TRAMPA**
  - DOS RECTANGULOS DE MADERA CON 2 GUIAS PARA EL DESLIZAMIENTO DE LA LATA BASE Y LA MALLA DE HARNERO

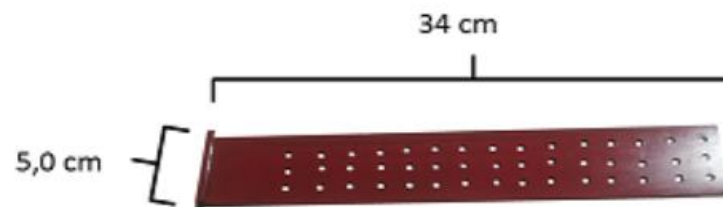


- **SOPORTES LATERALES DE LA TRAMPA**

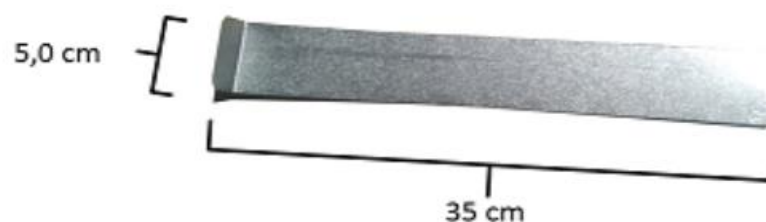
- 2 TROZOS DE MADERA CON UNA INCLINACION EN LA PARTE SUPERIOR PARA DAR LA PENDIENTE AL TECHO



- **LAMINA PLASTICA PINTADA**



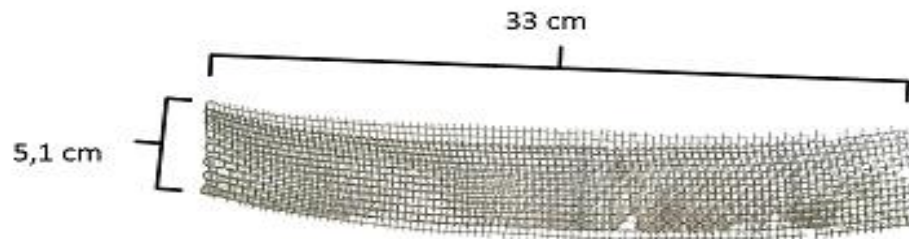
- **LAMINA METALICA PARA RETENER POLEN**



- **PERFORACIONES DE 5MM EN LAMINA METALICA**

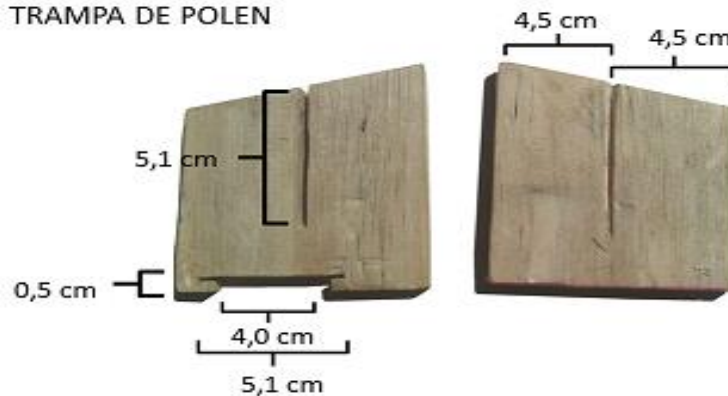


- **MALLA HARNERO**



## CONSTRUCCION DE LA TRAMPA

- **CORTES EN LOS SOPORTES LATERALES:**
  - CORTE HORIZONTAL EN UNO DE LOS SOPORTES LATERALES PARA EL DESLIZAMIENTO DE LA BASE METALICA
  - CORTE VERTICAL EN AMBAS PARA LA POSTURA DE LA LAMINA TRAMPA DE POLEN



- **CORTES:**

- UNA GUIA SUPERIOR PARA EL ACENTAMIENTO DE LA MALLA HARNERO
- UNA GUIA INFERIOR PARA EL DESLIZAMIENTO DE LA LATA DE RETENCION DE POLEN



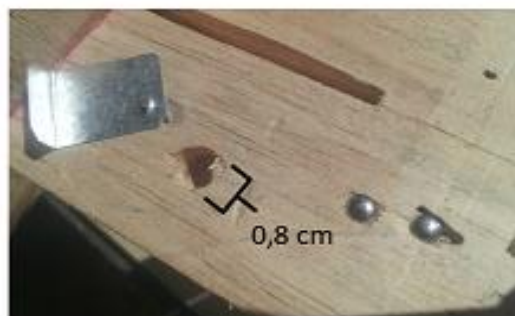
- **CLAVAR LOS LISTONES AL SOPORTE LATERAL A UNA SEPARACION INTERNA DE 4,5 CM**



- LUEGO SE CLAVA EL TECHO DE LA TRAMPA EN EL BORDE SUPERIOR DE LOS SOPORTES LATERALES



- EN EL LATERAL POR DONDE SE DESLIZA LA LAMINA PLASTICA Y METALICA SE HACE UNA PERFORACION DE 0,8 CM PARA PERMITIR LA ENTRADA Y SALIDA DE ZANGANOS DE LA COLMENA Y SE PONE UN TROZO DE LATA PARA TAPARLO CUANDO SEA NECESARIO





PARA FINALIZAR EL ARMADO DE LA TRAMPA, SE  
PONEN LA LATA BASE Y LA LAMINA PLASTICA  
PERFORADA

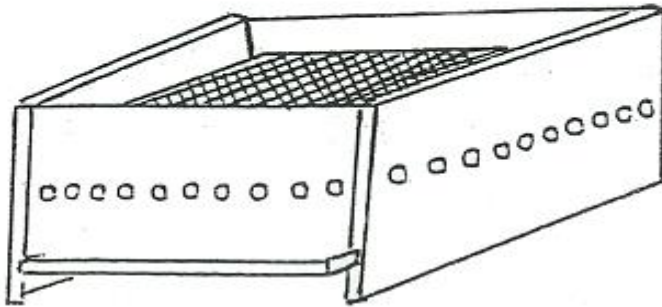
LATA BASE



LAMINA PLASTICA PERFORADA



## SECADOR DE POLEN



## SECADOR DE POLEN

TODO APICULTOR QUE COSECHE POLEN TIENE QUE CONTAR CON UNA SECADORA DE POLEN.

## LISTA DE MATERIALES

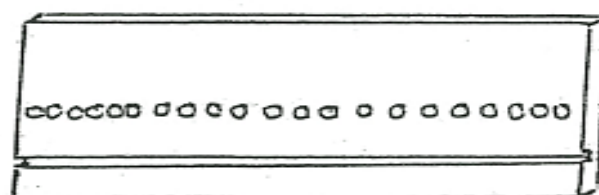
- TABLA DE 1 X 10"
- PLACA DE CHOLGUAN
- MALLA MOSQUETERA PLASTICA CON ALMA DE HILO
- CLAVOS DE 1 ½"
- BROCA DE 15 MM

## CONSTRUCCION DEL SECADOR DE POLEN

**PARED LATERAL:** UN RECTANGULO DE MADERA CON PERFORACIONES DE 15 MM Y UN CORTE QUE SIRVE COMO DESLIZADERO

2 piezas

30 cm

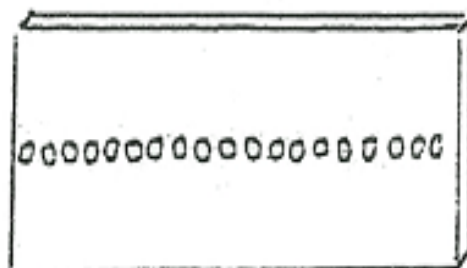


50 cm

**PONER DELANTERA:** UN RECTANGULO SIN DESLIZADERO CON PERFORACIONES DE 15 MM

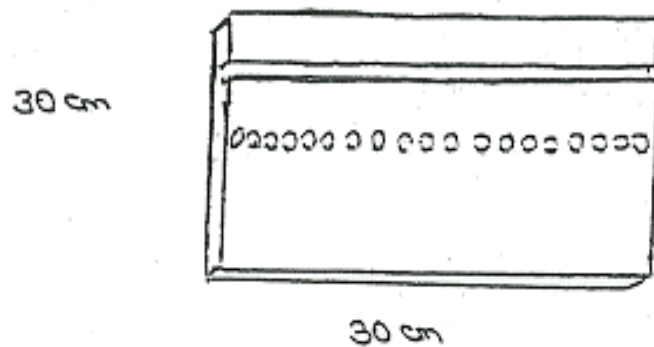
30 cm

25 cm



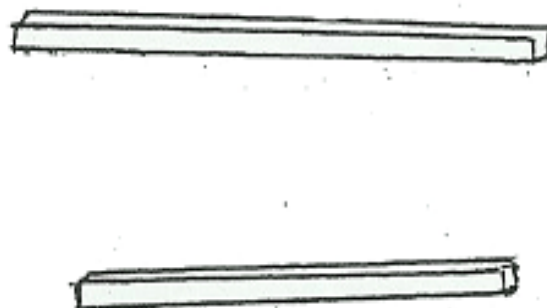


**PARED TRASERA: UN CUADRADO CON DESLIZADERO Y PERFORACIONES**

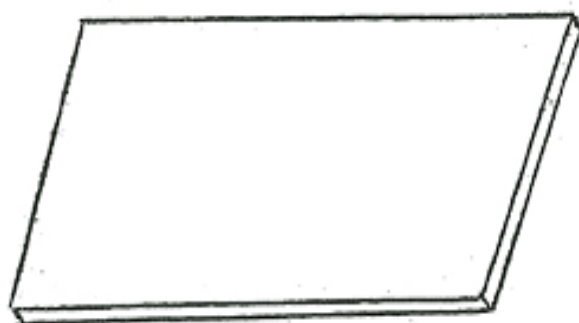


**BASTIDORES INTERNOS:**

- DOS LISTONES DE 1 X 1" DE 46 CM DE LARGO
- DOS LISTONES QUE SIRVEN DE FRENTE (28 CM)



**UN TROZO DE CHOLGUAN:** PARA RECIBIR EL POLEN QUE PASA LA MALLA MOSQUETERA  
(28 x 60 CM)



**UN RECTANGULO DE MALLA MOSQUETERA DE PLASTICO:** PARA EVITAR QUE EL POLEN SE OXIDE. SE DEBE TENSAR BIEN LA MALLA PUESTO QUE DE ESTA FORMA CAEN EN FORMA UNIFORME



## CONSTRUCCION DEL SECADOR DE POLEN

DESPUES DE CORTADAS LAS TAPAS SE PROCEDE  
A CLAVARLAS PARA ARMAR EL SECADOR



LUEGO SE PONE LA PLANCHA DE CHOLGUAN EN  
LA BASE DEL SECADOR



LUEGO SE PRESENTA LA MALLA MOSQUETERA Y SE FIJAN LOS LISTONES DEJANDO LA MALLA BIEN ESTIRADA



FINALMENTE SE  
CORTAN LOS  
SOBRANTES DE  
MALLA  
MOSQUETERA



## MANEJO DEL SECADOR

- LAS ABEJAS TRASLADAN EL POLEN A SU COLMENA CON AYUDA DE SU SALIVA, DE ESTA FORMA LO FIJAN A LAS CESTAS DE POLEN UBICADAS EN EL TERCER PAR DE PATAS.
- EL POLEN RECOLECTADO SE EXTIENDE SOBRE LA MALLA PLÁSTICA Y ESTA SE PONE EN UN LUGAR DONDE QUEDE A LA SOMBRA.
- EL SECADO DEL POLEN ES IMPORTANTE, YA QUE ESTE CONTIENE HUMEDAD QUE FORMA HONGOS QUE FINALMENTE FORMAN TOXINAS QUE EN CONTACTO CON EL ESTÓMAGO DE LAS ABEJAS Y TAMBIÉN DEL SER HUMANO PROVOCA TRASTORNOS INTESTINALES.

## DONDE SE DEBE ALMACENAR

- UN ENVASE DE METAL NO SIRVE PUESTO QUE AL DESTAPAR ESTE SE INCORPORA HUMEDAD QUE QUEDA ADHERIDA A LAS PAREDES.
- ENVASES DE MADERA TORNEADA: ES MUY BUENO, YA QUE ESTÉTICAMENTE ES BIEN PRESENTADO Y NO HAY PROBLEMAS CON LA HUMEDAD.
- ENVASES DE PAPEL: ES BUENO YA QUE ESTÁ AL ALCANCE DE TODOS Y SE PUEDE GUARDAR POR EL TIEMPO QUE SE DESEE.
- PARA CONSUMIR EL POLEN SE DEBE DEJAR EN AGUA UN DÍA ANTES.